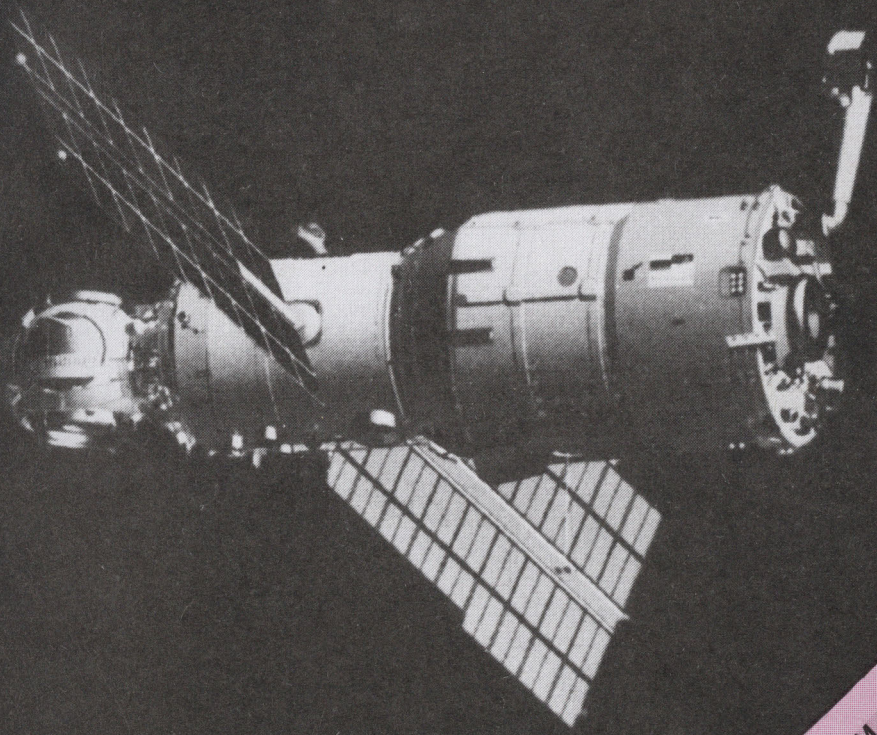
ISSN 0044-3948

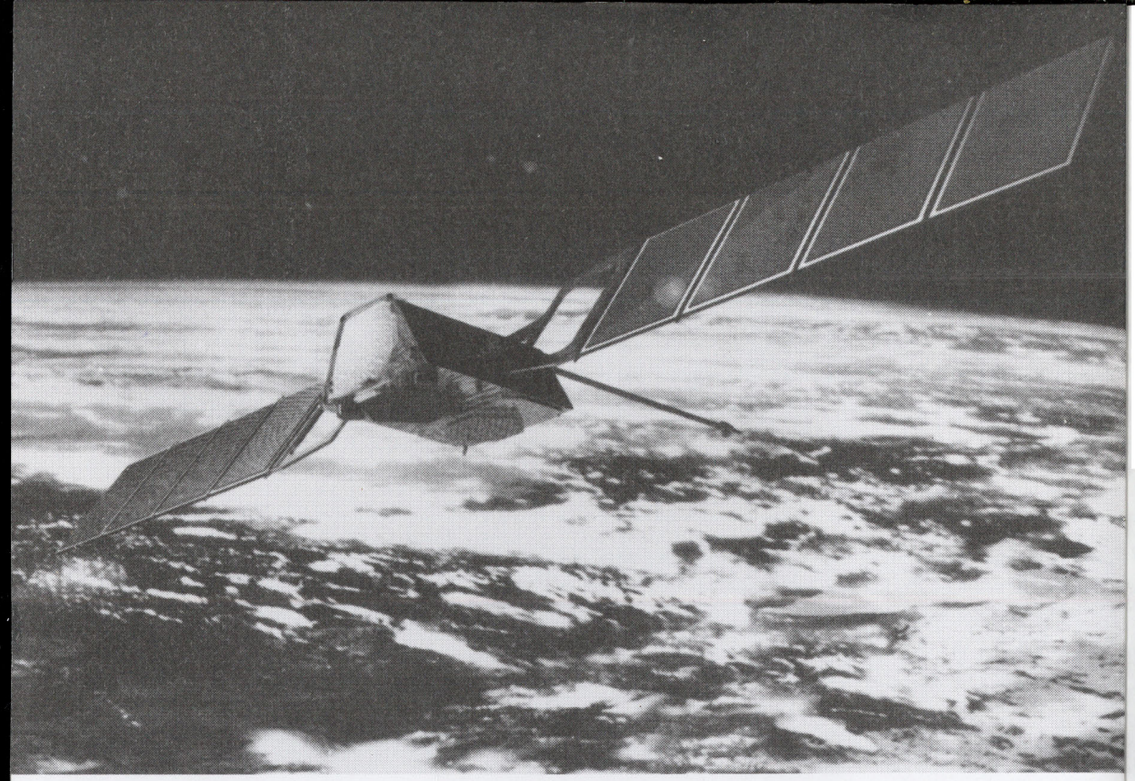
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

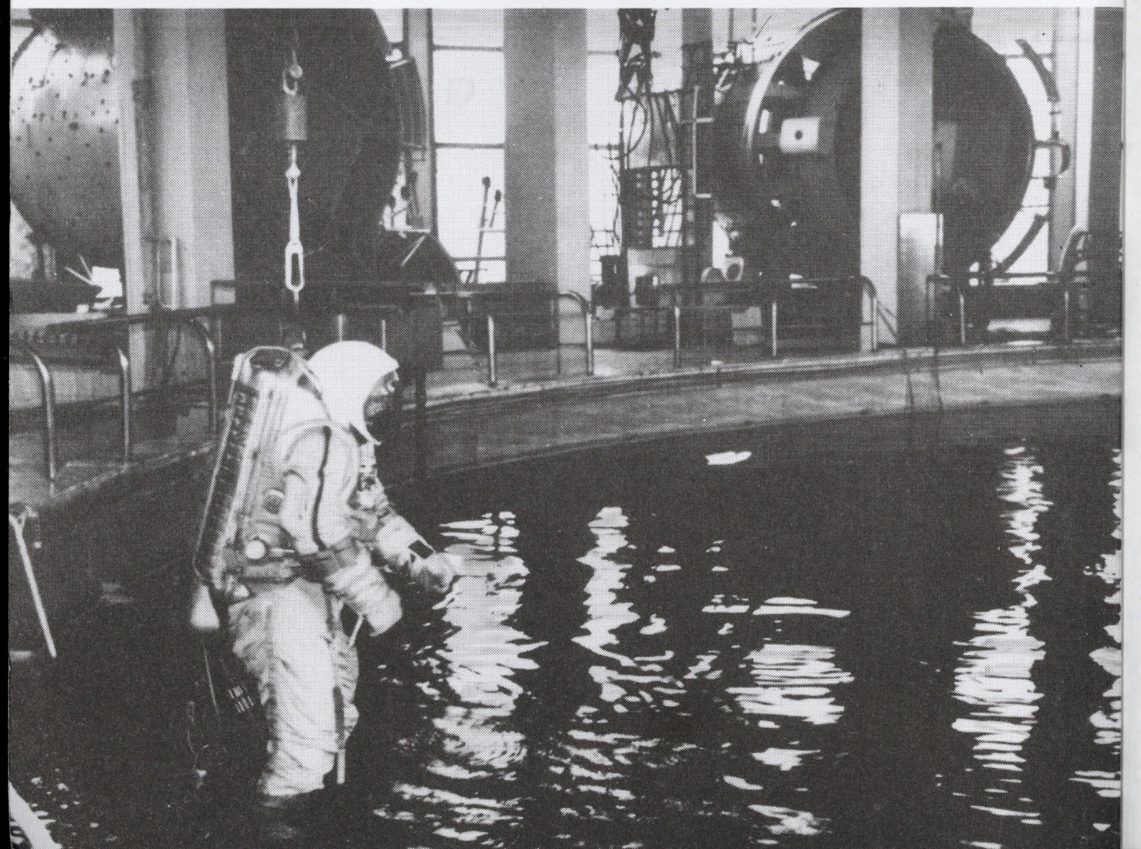
КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

НОЯБРЬ–ДЕКАБРЬ 6/2000



Поздравляем с XXI веком
и новым тысячелетием!





Научно-популярный журнал
Российской академии наук
и Астрономо-геодезического
общества
Издается с января
1965 года
Академиздатцентр "Наука"
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

6/2000

Новости науки и другая информация: Новые книги [12, 72,]; Создание европейского отряда космонавтов [13]; Типография-наука [39]; Реорганизация китайской астрономии [39]; Юбилей Центра подготовки космонавтов [48]; Шестой график сборки МКС [51]; Астероид – чемпион по вращению [63]; Что внутри Ио [82]; Каким был океан на Марсе [86]; Солнце летом 2000 г. [87]; Причины аварий марсианских АМС [101]; Путешествия через "кротовые норы" [102]; Селевый поток затопил город [103]; Короткие колебания климата [104]

В номере:

3 БРЮХАНОВ Н.А., ХАМИЦ И.И. Новые модули российского сегмента Международной космической станции
14 АЛЕКСАНДРОВИЧ Н.Л., АРЕФЬЕВ В.А. Итоги работы орбитальной обсерватории "Рентген"
28 ГЕРАСИМОВ И.А., МУШАИЛОВ Б.Р. Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе

ЛЮДИ НАУКИ

40 Памяти Германа Степановича Титова
42 СОКОЛОВ В.Е. Глеб Евгеньевич Лозино-Лозинский (к 90-летию со дня рождения)
47 Высокая награда российскому астрофизику

ИСТОРИЯ НАУКИ

52 ТАМКОВИЧ Г.М. Государственная комиссия по международному проекту "Интербол"
64 ГИНДИЛИС Л.М. SETI в России: последнее десятилетие XX века

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

73 ЛЕВИТАН Е.П., ФИЛИППОВА Л.Н. К обучению астрономии через педагогику SETI

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

83 Небесный календарь: январь–февраль 2001 г.

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

88 ГЕРАСЮТИН С.А. Таблица запусков космических аппаратов в 1999 году

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

105 ЮРЕВИЧ В.А. Вселенная для детей
108 Указатель статей, опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 2000 г.

© Академиздатцентр "Наука"
Российская академия наук
журнал "Земля и Вселенная" № 6, 2000 г.

Zemlya i Vselennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per, 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: Российский служебный модуль "Звезда", запущенный на орбиту 12 июля 2000 г. После нескольких маневров 26 июля проведена стыковка модуля с Международной космической станцией. Рисунок РКК "Энергия" (к ст. Н.А. Брюханова, И.И. Хамица)

На стр. 2 обложки: вверху – спутник "Globalstar" одноименной международной телекоммуникационной системы компании "Loral Space". Рисунок "Astrium" (к ст. С.А. Герасютина); внизу – тренировка космонавтов в скафандрах "Орлан-ДМА" в гидробассейне ЦПК им. Ю. Гагарина. Фото С.А. Герасютина (к стр. 48)

На стр. 3 обложки: Астронавт Дж. Восс выполняет ремонтно-строительные работы в открытом космосе 21–22 мая 2000 г. Это третий полет КК "Atlantis" (STS-101) к Международной космической станции, 19–29 мая 2000 г. Фото NASA

На стр. 4 обложки: Европейская рентгеновская астрофизическая обсерватория "XMM-Newton". Рисунок "Daimler Satellitensysteme" (к ст. С.А. Герасютина)

In this issue:

3 BRIUKHANOV N.A., KHAMITS I.I. The new modules of the Russian segment of the International Space Station
14 ALEKSANDROVITCH N.L., AREFIEV V.A. Results of the work of the orbital observatory "Rentgen"
28 GERASIMOV I.A., MUSHAILOV B.R. Dynamic evolution of comet's and asteroid's substance in Solar system

PEOPLE OF SCIENCE

40 In memory of German Stepanovitch Titov
42 SOKOLOV V.E. Gleb Evgenievitch Lozino-Lozinsky (90 years of birthday)
47 Grand award for Russian astrophysics

HISTORY OF SCIENCE

52 TAMKOVITCH G.M. The state commission of the international project "Interball"
64 GINDILIS L.M. SETI in Russia: The last decade of the XX century (finale)

ASTRONOMICAL EDUCATION

73 LEVITAN E.P., FILIPPOVA L.N. About the astronomy training with pedagogics SETI

AMATEUR ASTRONOMY

83 Celestial calendar: January – February 2001

DOSSIER OF CURIOUS

88 GERASIUTIN S.A. Table of spacecraft launches in 1999

BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

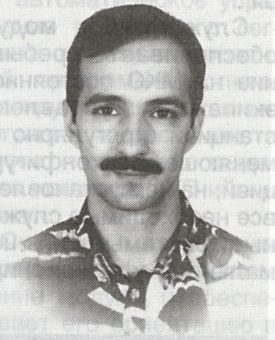
105 YUREVITCH V.A. Universe for children
108 Index of articles published in the "Earth and Universe" in 2000

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ,
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Новые модули российского сегмента Международной космической станции

Н.А. БРЮХАНОВ, И.И. ХАМИЦ
Ракетно-космическая корпорация "Энергия" им С.П. Королёва

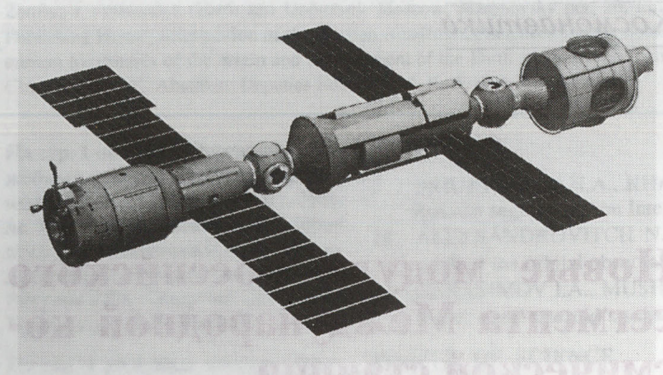


Станцию дважды посетили экипажи КК "Спейс Шаттл" по программам STS-96 и -101 (Земля и Вселенная, 1999, № 2, 4; 2000, № 5). Согласно графику сборки, следующие модули планировалось запустить в сентябре–ноябре 1999 г. Задержка сборки МКС почти на год связана с переносом старта модуля "Звезда". 26 июля 2000 г. к связке "Заря" – "Юнити" присоединился российский модуль "Звезда", а 9 августа 2000 г. – грузовой корабль "Прогресс М1-3". По обновленному плану старт КК "Союз ТМ-31" с первым экипажем МКС назначен на 30 октября 2000 г. Затем последуют запуски кораблей "Спейс Шаттл" для дальнейшей сборки МКС и третьего российского модуля – стыковочного отсека (СО-1). Создатели новых российских модулей МКС рассказывают об их назначении и устройстве.

С декабря 1998 г. совершали полет на орбите в автоматическом режиме два модуля Международной космической станции (МКС) – российский функционально-грузовой блок "Заря" и американский узловой модуль "Юнити".

ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ МОДУЛЯ "ЗВЕЗДА"

12 июля 2000 г. в 8 ч 56 мин 36 с состоялся успешный запуск РН "Протон-К" с космодрома Байконур российского служебного модуля "Звезда". Он вышел на первоначальную орбиту высотой 186 × 355 км, наклонением 51,62° и периодом обращения 89,6 мин. После трех коррекций орбиты



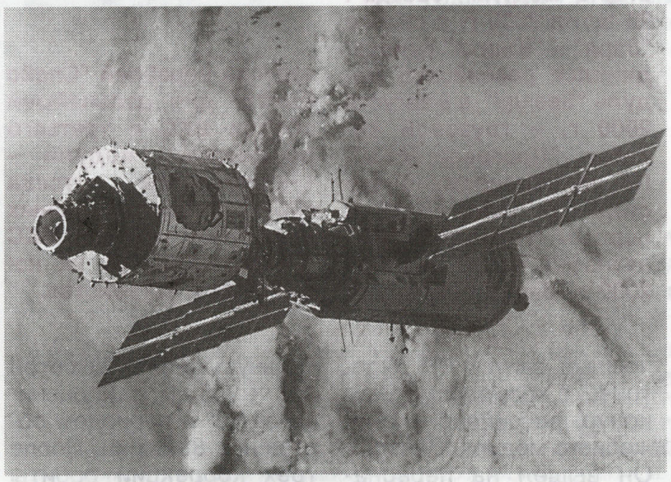
Связка из трех модулей МКС "Звезда" – "Заря" – "Юнити" (рисунок)

(на 48, 126 и 188 витках) модуль перешел на рабочую орбиту МКС высотой 352× 369 км, наклонением 51,68° и периодом обращения 91,6 мин. **26 июля 2000 г.** в 4 ч 44 мин 44 с выполнена стыковка "Звезды" к модулю "Заря".

Служебный модуль обеспечивает пребывание на МКС постоянного экипажа и управление станцией с регулярно изменяющейся конфигурацией, на нем установлены все необходимые служебные системы для нормального функционирования станции. В марте 2001 г. планируется запуск первого стыковочного отсека (СО-1), увеличивающего возможности экипажа при работе снаружи станции. Связка из трех модулей представляет собой законченную конфигурацию российского сегмента на первом этапе строительства и обеспечивает программу полета орбитальной станции.

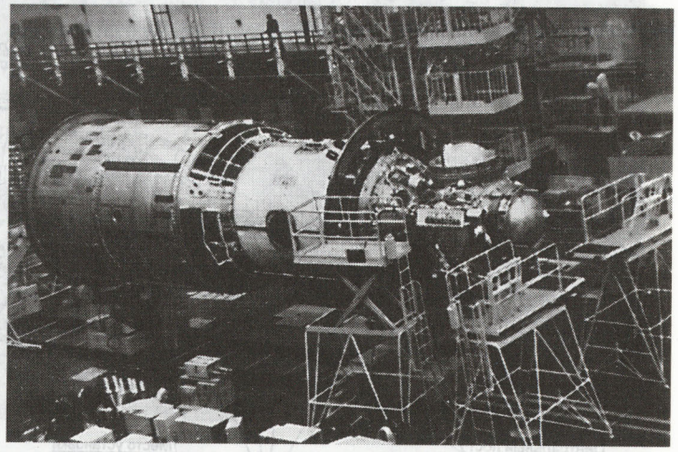
Служебный модуль **"Звезда"** – продолжение накопленного за 30 лет опыта России в создании космических станций. Как и предшествующие базовые блоки пилотируемых станций "Салют" и "Мир", служебный модуль является самостоятельным модулем (станцией). Проектирование модуля началось в НПО "Энергия" им. С.П. Королева еще в 1987 г. после успешного запуска базового блока станции "Мир". "Звезда" – центральное звено разработанного в конце 80-х гг. проекта станции **"Мир-2"** (перспективного в то время).

Параллельно с созданием станции "Мир-2" в США велась разработка международной станции "Фридом". Однако за многие годы американцы не смогли начать ее строительства. В 1994 г. NASA обратилось к России с предложением о совместном создании станции. После согласования проекта был утвержден график работ и требования к элементам МКС, содержащей российский и американский сегменты. Служебный модуль был доработан по требованию NASA и в связи с пожеланиями международных партнеров – участников проекта, ведущих работы на российской части станции. Повышен комфорт модуля, созданы условия



Первые модули МКС "Заря" и "Юнити" в полете. Фото NASA

Служебный модуль "Звезда" на космодроме Байконур при подготовке к запуску. Фото РКК "Энергия"



для подключения аппаратуры NASA, установлены дополнительные медицинские приборы и тренажерные средства, необходимые экипажу в длительном полете. Обеспечена возможность стыковки европейского автоматического транспортного корабля "ATV". Первые полеты "ATV" к МКС планируется осуществить в 2003 г. Ученые из европейских стран подготовили программу экспериментов на МКС.

РОССИЙСКИЙ МОДУЛЬ "ЗВЕЗДА"

Конструктивно **служебный модуль "Звезда"** состоит из четырех отсеков: трех герметичных (обитаемых) и негерметичного (агрегатного). Небольшой переходный отсек обеспечивает стыковку с модулем "Заря" и другими модулями российского сегмента, а также выход космонавтов в открытый космос. В основном рабочем отсеке установлена аппаратура управления станцией и созданы нормальные условия для работы экипажа. Переходная камера расположена внутри агрегатного отсека. Она гарантирует герметичность соединения рабочего отсека с пристыкованными к служебному модулю пилотируемыми и грузовыми кораблями. В агрегатном отсеке размещены двигательная установка, компрессоры дозаправки топливом, баки с запасами воды и антенные устройства связи для обеспечения различных режимов работы станции.

Все системы служебного модуля созданы с учетом богатейшего опыта, накопленного коллективом РКК "Энергия" и ее традиционными подрядчиками в работе над предшествующими станциями.

Бортовые системы обеспечивают как пилотируемый, так и беспилотный режимы управления не только "Звезды", но и всего российского сегмента МКС, который содержит 6 модулей, 2 отсека и энергетическую платформу. Модуль "Звезда" планируется эксплуатировать в течение 15 лет, причем с высокой степенью надежности. Один отказ в системе не приводит к срыву выполнения задачи полета. Возникновение двух отказов в любой системе не ставит под угрозу безопасность экипажа. Средства бортового контура управления обеспечивают автоматическое управление российского сегмента по запланированной программе полета, реагируют на нештатные ситуации в системах, а также позволяют выдавать команды ЦУП и экипажа.

Система ориентации определяет местоположение модуля и обеспечивает его ориентацию в любом положении на орбите.

Модуль оснащен четырьмя **стыковочными агрегатами** (два осевых и два боковых), три из них расположены на переходном отсеке. Осевой узел, размещенный на переходной камере, снабжен механизмом "штырь-конус", мишенями и антеннами для стыковки к нему грузовых и пилотируемых кораблей. Модуль "Звезда" пристыковался к "Заре" осевым узлом переходного отсека, два боковых

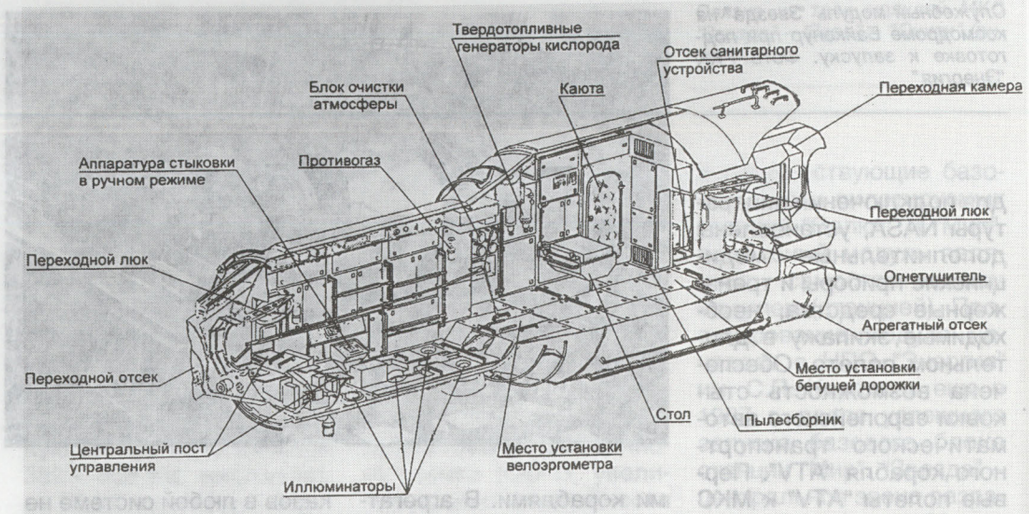


Схема конструкции и размещения оборудования на служебном модуле "Звезда"

займут научно-энергетическая платформа и универсальный стыковочный модуль.

Двигательная система состоит из 32 двигателей ориентации тягой 13,3 кгс и двух двигателей по 315 кгс, предназначенных для изменения параметров орбиты полета станции. В баках двигательной установки может храниться до 860 кг топлива. Предусмотрена дозаправка топливом от грузовых транспортных кораблей, пристыкованных к любому из стыковочных агрегатов модуля.

Система обеспечения теплового режима поддерживает температуру, требуемую для работы аппаратуры и деятельности экипажа.

Все предусмотрено на модуле и для нормальной жизни и работы экипажей в составе от 3 до 6 человек. В **жилых помещениях** модуля расположены каюты для отдыха космонавтов, кухня с холодильником, туалет, а также музыкальный центр и видеокомплекс. Предусмотрены места для хранения пищи и стол для ее фиксации во время еды. В рабочем отсеке находится аппаратура для переговоров с наземными службами, контролирующими условия функционирования модуля. Надежное оборудование, апробированное еще на станции "Мир", поддерживает атмосферу и обеспечивает водоснабжение в заданных параметрах. Данное оборудование позволяет рационально использовать расходуемые ресурсы. Например, водяные пары от жизнедеятельности экипажа в виде газожидкостной смеси поступают в систему регенерации воды. Доведенную до питьевой кондиции воду потребляет экипаж. В системе, действующей по принципу электролиза воды, вырабатывается кислород. Его подают в атмосферу станции, а водород сбрасывают в забортный вакуум. Для хранения запасов воды на модуле предусмотрены баки, вмещающие до 420 л.

Общее число иллюминаторов в модуле – 13, три из них, диаметром 22,8 см, расположены в переходном отсеке для визуальных наблюдений за ходом выполнения операций стыковки, и один, диаметром 40,6 см, – в рабочем отсеке. Каюта каждого космонавта снабжена иллюминатором.

Большое внимание уделено контролю и **поддержанию здоровья космонавтов**. Установлена аппаратура, регистрирующая механическую активность сердечной мышцы, состояние артериального и венозного сосудистого русла, системного кровообращения, электрической активности мозга и другие медицинские параметры. С целью предотвращения неблагоприятных воздействий невесомости члены экипажа будут выполнять физические упражнения на тренажерах модуля (бегущая дорожка и велотренажер). Применяются и другие средства, компенсирующие отсутствие земного притяжения, такие как нагрузочные костюмы и солевые добавки в рацион питания.

Для проведения научных исследований на служебном модуле созданы универсальные рабочие места, как внутри, так и снаружи. Обеспечена возможность проведения экспериментов в ручном и автоматическом режимах.

Широкий спектр **радиопередающей аппаратуры** позволяет наземным службам управления контролировать работу бортовых систем, выдавать командные воздействия на модуль, как непосредственно, так и через спутник-ретранслятор, передавать телевизионные изображения, обеспечивать переговоры экипажа с наземными пунктами, с прибывающими к станции транспортными кораблями и с космонавтами во время работы в открытом космосе.

Система энергопитания обеспечивает орбитальную станцию электроэнергией мощностью 4,5 кВт, в том числе и на теневых участках орбиты. Модуль оснащен двумя панелями солнечных батарей размахом 29,7 м (длина каждой из них 13,1 м), общая площадь фотоэлектрических элементов – 76 м². По мере дооснащения станции новыми элементами (модули американского сегмента, научно-энергетическая платформа российского сегмента) система модуля может принимать от них дополнительную электроэнергию до 6 кВт. Общая мощность вырабатываемой энергии достигнет 10,5 кВт.

Масса служебного модуля "Звезда" – 20320 кг, длина – 13,1 м, максимальный диаметр – 4,2 м, объем герметичных отсеков – 89 м³.

Космонавты первого экипажа МКС Ю. Гидзенко (РФ) и У. Шеперд (США). Фото С.А. Герасютина

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА ПЕРВЫХ ЭКИПАЖЕЙ

В настоящее время, несмотря на загруженность первых экипажей МКС по дооснащению модуля оборудованием и строительству американского сегмента, на служебном модуле запланирована обширная программа экспериментов, как в интересах отечественной науки, так и по международным коммерческим проектам. Дооснащение модуля "Звезда" связано со снятием некоторых систем из-за ограничения запускаемой массы.

В области космической **биотехнологии** планируется выращивание биокристаллов для рентгеноструктурного анализа с целью создания новых диагностических систем и вакцин против вирусных инфекций, по получению высокоэффективных штаммов микроорганизмов для производства препаратов биодеградантов нефти, а также средств защиты растений. Будет проведена отработка автономного реактора закрытого типа для получения биомассы микроорганизмов и биологи-

чески активных веществ.

В ходе **медико-биологических экспериментов** будут исследоваться жидкие среды организма человека, ткани, динамика основных показателей сердечной деятельности и кровообращения, радиационные нагрузки на экипаж. Планируется изучение массообменных свойств капиллярно-пористых тел (корнеобитаемых сред) с целью создания замкнутой системы выращивания растений.

Геофизические эксперименты предусматривают исследования оптических явлений и реакций, возникающих при высокоскоростном взаимодействии продуктов выхлопа двигательных установок космических аппаратов с атмосферой на орбите и при входе КА в верхние слои атмосферы Земли. Планируется исследование процессов электродинамического взаимодействия атмосферы, ионосферы и магнитосферы Земли при грозовых явлениях. Кроме того, будет отрабатываться наземно-космическая система мониторинга и прогноза развития природных и техногенных катастроф. Программа полета первых экспедиций предусматривает исследование технических возможностей станции и развитие космических технологий.

По программе ESA будут проводиться эксперименты по исследованию плазменно-пылевых кристаллов и жидкостей в условиях микрогравитации, по изучению распределения доз радиации в модели, имитирующей форму и ткани человеческого тела, по отработке системы передачи на Землю сигналов единого времени.

В интересах Японского космического агентства (NASDA) предусмотрены детектирование микрометеорных частиц, экспонирование образцов материалов и отработка средств телевидения высокой четкости.

СТЫКОВОЧНЫЙ ОТСЕК

Готовящийся к запуску следующий модуль российского сегмента МКС – первый стыковочный отсек – проходит окончательный этап сборки в цехах РКК "Энергия" и скоро поступит на испытательный стенд для комплексной проверки перед стартом.

Впервые упоминание о **стыковочном отсеке** появилось в 1991 г. при дооснащении ОК "Мир" и использовании в этих работах корабля многоразового использования **"Буран"**, успешно прошедшего летные испытания в ноябре 1988 г. (Земля и Вселенная, 1989, № 2; 1999, № 2). Рабочий вариант данного проекта предусматривал соединение на орбите двух базовых блоков – ОК "Мир" и станции нового поколения "Мир-2". Такое развитие космической программы позволяло путем постепенной замены составных частей развернуть на орбите новую российскую станцию с одновременным непрерывным использованием потенциала научной аппаратуры и бортовых систем, стоящих на модулях станции "Мир". Стыковочный отсек в этой программе был необходим для сопряжения составных частей космического комплекса и корабля "Буран", имеющих разные конструктивные и электрические интерфейсы. Создание стыковочного отсека остановилось с закрытием программы "Буран" в 1998 г.

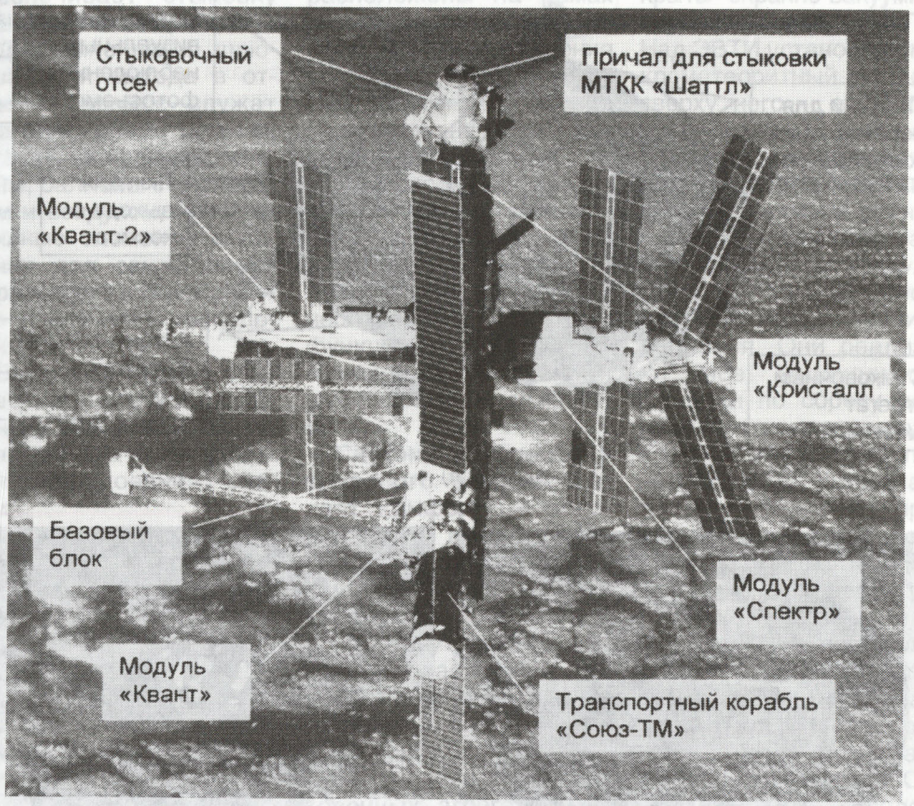
Разработка стыковочного отсека продолжилась в программе **"Мир-NASA"**. К началу этой программы на орбитальной станции имелся стыковочный узел на модуле "Кристалл" для приема кораблей типа "Буран" и "Спейс Шаттл". После перестройки станции, с изменением положения модуля "Спектр", солнечные батареи стали мешать стыковке кораблей. Стыковочный узел пришлось вынести с помощью стыковочного отсека за пределы солнечных батарей.

В ходе программы "Мир-NASA" в 1995–98 гг. стыковочный отсек обеспечил прием и работу на ОК "Мир" 8 международных экспедиций, доставляемых космическими кораблями "Спейс Шаттл". Стыковочный отсек, созданный для этой программы, доставлен на станцию КК "Дискавери" (программа STS-74) в ноябре 1995 г. (Земля и Вселенная, 1996, № 3). Он обеспечивает сопряжение механических, электрических и пневматических интерфейсов между кораблем и станцией "Мир". Отсек оснащен двумя стыковочными агрегатами периферийного типа для стыковки к модулю "Кристалл" и КК "Спейс Шаттл". В результате проведенных работ стыковочный отсек появился в составе российского сегмента МКС.

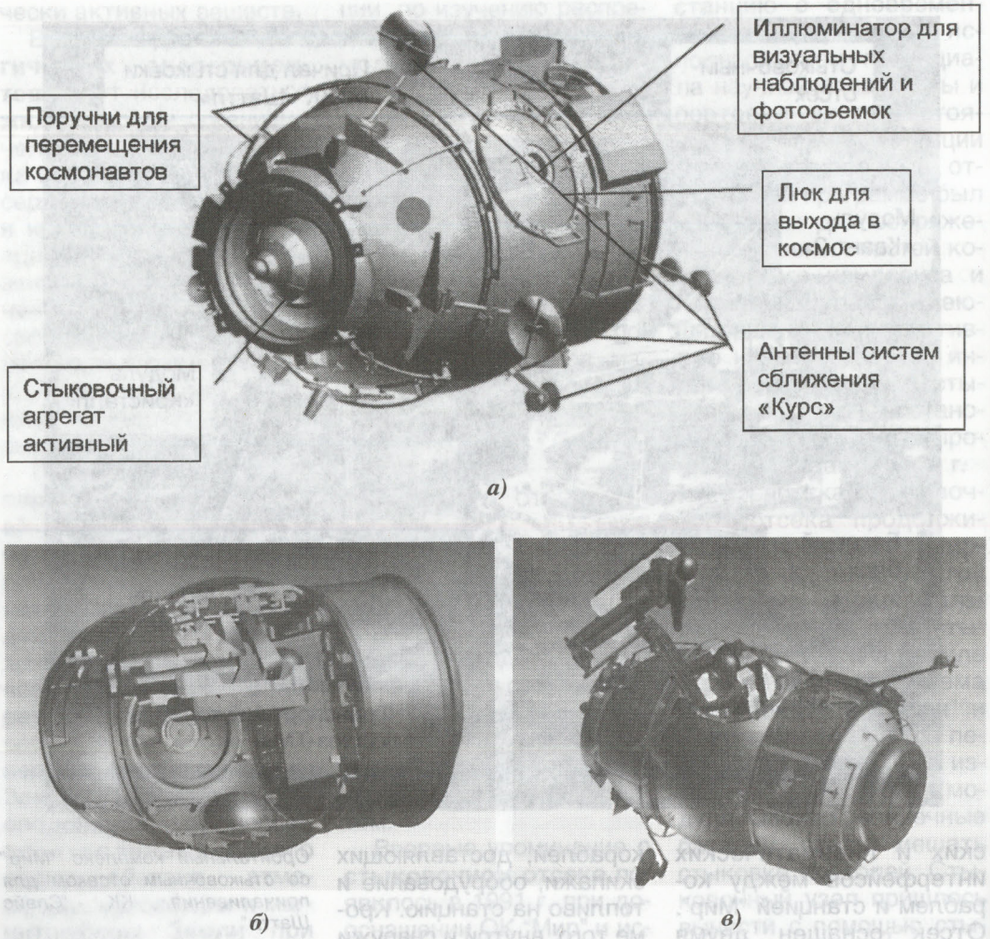
Основная задача, возлагаемая на стыковочный отсек в составе МКС, – организация работы космонавтов на наружной поверхности в ходе ее сборки и выполнения научных экспериментов. Также осталась задача обеспечения приема транспортных кораблей, доставляющих экипажи, оборудование и топливо на станцию. Кроме того, внутри и снаружи стыковочного отсека необходимо было разместить аппаратуру для научных исследований и экспериментов, визуальных наблюдений и кинофотосъемки через иллюминаторы.

Стыковочный отсек связан с монтажом МКС, оснащен грузовой стрелой и базовой точкой для нее, механическими замками и площадками для размещения оборудования, а также трапом и поручнями для перемещения и фиксации космонавтов в скафандрах на внешней поверхности и внутри отсека. Грузовая стрела после установки в базовую точку и разворачивания позволяет космонавтам перемещать блоки и аппаратуру массой до 500 кг.

Стыковочный отсек (СО-1) доставляется на орбиту с помощью модифицированного грузового корабля "Прогресс М1" на РН "Союз-У". Программой полета предусмотрены стыковка и функциониро-



Орбитальный комплекс "Мир" со стыковочным отсеком для причаливания КК "Спейс Шаттл"



Стыковочный отсек российского сегмента МКС: а) общий вид; б) работа космонавтов в скафандрах внутри модуля при шлюзовании (компьютерное моделирование); в) выход космонавтов в открытый космос из модуля (компьютерное моделирование)

вание СО-1 в составе МКС в течение трех лет. Затем очередным грузовым кораблем "Прогресс М" отсек отстыковывается от станции, освобождая стыковочный порт МКС для универсального стыковочного модуля, который имеет дополнительные стыковочные агрегаты и служит следующим узловым звеном для развертывания МКС. Такая схема доставки модулей к станции будет опробована впервые. Планируется последующие научные модули доставлять на станцию, используя данную технологию.

Стыковочный отсек имеет следующие характеристики: масса – 3670 кг, максимальная длина – 4,447 м, максимальный диаметр – 2,55 м, масса доставляемых грузов – до 800 кг, время автономного полета в составе корабля "Прогресс М" – до 4 сут, продолжительность полета в составе МКС – до 5 лет.

Исходя из назначения, стыковочный отсек оснащен двумя **стыковочными агрегатами** – один агрегат активный, служит для соединения со служебным модулем станции, другой – пассивный, обеспечивает стыковку транспортных кораблей.

Для выполнения шлюзования и выхода в открытый космос служат **два люка** диаметром 1 м, а также скафандры, клапаны, баллоны с кислородом и воздухом, конструктивные элементы и поручни для закрепления, перемещения космонавтов и научного оборудования.

Внутренний объем стыковочного отсека разделен на **две зоны**: обитания экипажа и размещения оборудования, систем.

Блоки аппаратуры бортовых систем, обеспечивающих функционирование стыковочного отсека, расположены на рамах внутри герметичного отсека в зоне размещения оборудования, а антенны радиосистем сближения находятся на наружной поверхности корпуса.

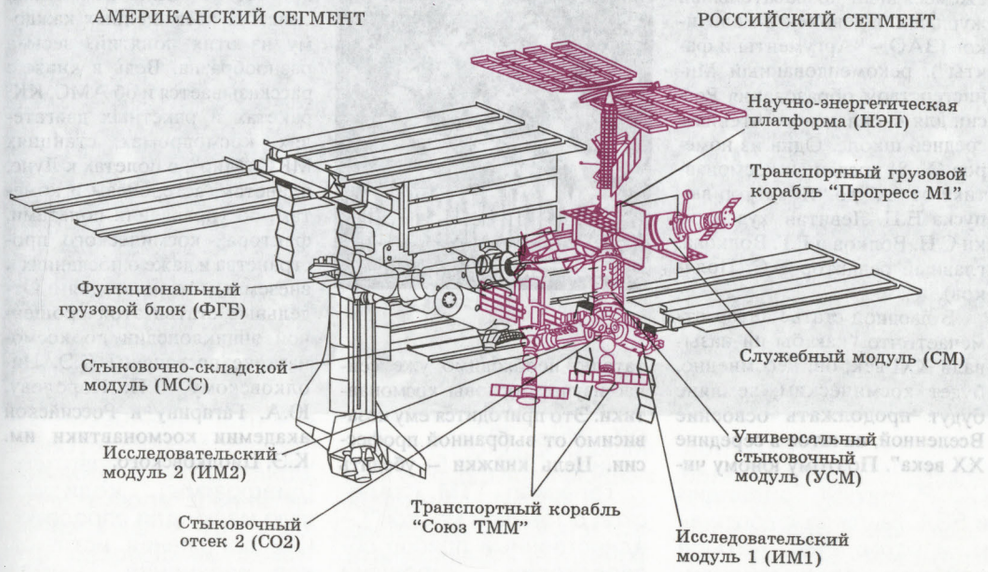
Несмотря на внешнюю компактность и изящество, стыковочный отсек насыщен бортовыми системами, реализующими необходимые служебные функции как при атмосферном давлении, так и в условиях полного вакуума.

Система обеспечения теплового режима создает комфортные условия для космонавтов, поддерживает заданный температурный режим корпуса, агрегатов, приборов и внутренней атмосферы, а также вентиляцию отсека с заданными скоростями воздуха. Снаружи корпус отсека и боковые поверхности стыковочных агрегатов закрыты экранно-вакуумной теплоизоляцией (ЭВТИ). Над ЭВТИ установлен микрометеоритный экран, а сверху него – еще один слой ЭВТИ.

Средства обеспечения газового состава: электрические и ручные клапаны и вентили, баллоны с запасом воздуха, трубопроводы, заправочная арматура и датчики давления. Они реализуют все необходимые функции по сбросу воздуха из отсека и наддуву внутреннего объема при шлюзовании космонавтов в скафандрах в процессе выхода в космос, а также выравнивания давления с соседними отсеками станции и контроля герметичности люков.

Для работы космонавтов **в открытом космосе** используется комплект из двух скафандров "Орлан-М" (Земля и Вселен-

Расположение модулей на Международной космической станции. На месте универсального стыковочного модуля будет находиться модуль СО-1



ная, 1997, № 2) и вспомогательное оборудование, соответствующее задачам операций или экспериментов.

На отсеке установлена **система контроля загрязнения**, входящая в комплекс средств, определяющих ресурс работы и изменение рабочих характеристик материалов наружных поверхностей модулей, подверженных воздействию факторов космического пространства. Эти средства осуществляют оперативный мониторинг основных параметров состояния собственной внешней атмосферы МКС.

Система управления бортовой аппаратурой, бортовой электронно-вычислительный центр и аппаратура измерений физических параметров, связывают все бортовые системы и агрегаты стыковочного отсека в единый комплекс управления в рамках МКС.

Отсек полностью интегрирован в станцию. Из него можно вести переговоры между космонавтами, с ЦУП, передавать аварийные сигналы звукового оповещения, вести телевизионные репортажи при работе внутри и снаружи станции. Клапаны и магистрали дозаправки обеспечивают многократную передачу топлива из баков грузового корабля в баки двигательной установки станции.

Стыковочный отсек подключают к системам электроснабжения грузового корабля либо МКС.

В дальнейшем к российскому сегменту МКС будут пристыкованы научно-энергетическая платформа, УСМ и 4 научно-исследовательских модуля (в их числе СО-2).

НОВЫЕ КНИГИ

Космонавтика для детей

"Детская энциклопедия" – ежемесячный познавательный журнал для девочек и мальчиков (ЗАО – "Аргументы и факты"), рекомендованный Министерством образования России для внеклассного чтения в средней школе. Один из номеров (№ 8) посвящен космонавтике от "А" до "Я" (автор выпуска Е.П. Левитан, художники С.Н. Волков и Г.Г. Волкова, главный редактор В.С. Поляков).

В вводной статье автор отмечает, что "как бы ни называли XXI век, он, несомненно, будет космическим, земляне будут продолжать освоение Вселенной, начатое в середине XX века". Поэтому юному читателю необходимо уже сейчас изучать основы космонавтики. Это пригодится ему независимо от выбранной профессии. Цель книжки – убедить ребят в справедливости этого утверждения.

Тесные рамки маленькой книжки вынуждают ограничиться разъяснением лишь самых важных понятий космонавтики (их выбрано около 50). Но тематика небольших заметок, посвященных каждому из этих понятий, весьма разнообразна. Ведь в книжке рассказывается и об АМС, КК, ракетах и ракетных двигателях, космодромах, станциях МКС "Мир", о полетах к Луне, планетам, астероидам и кометам, об управлении полетами, факторах космического пространства и даже о посланиях к внеземным цивилизациям. Отдельные статьи этой крошечной энциклопедии по космонавтике посвящены К.Э. Циолковскому, С.П. Королеву, Ю.А. Гагарину и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

Создание европейского отряда астронавтов

В рамках программы создания Международной космической станции Европейское космическое агентство в конце 1999 г. завершило формирование европейского отряда астронавтов. Количество астронавтов из каждой страны, входящей в ESA, обусловлено финансированием МКС. Отряд должен состоять из 20 человек – по пять астронавтов из Франции, Германии и Италии, а также по одному астронавту из пяти других стран-участниц. В настоящее время отряд насчитывает 18 астронавтов. В начале 2001 г. отберут еще двух – из Италии.

В отряд астронавтов ESA входят: Ж.-Ф. Клервуа, М. Тонини, Ж.-П. Эньере, К. Андре-Деэ, Л. Эйартц (Франция), У. Мербольд, Т. Райтер, Х. Шлегель, Р. Эвальд, Г. Тиле (Германия), У. Гуидони, П. Несполи, Р. Виттори (Италия), К. Николье (Швейцария), П. Дуке (Испания), К. Фуглесанг (Швеция), А. Кёйперс (Нидерланды) и Ф.де Винне (Бельгия).

В январе 2000 г. руководителем Европейского центра астронавтов в г. Кёльн (ФРГ) назначен немецкий астронавт Э. Мессершмид, совершивший полет на корабле "Челленджер" (STS-61A) в октябре-ноябре 1985 г. По количеству астронавтов отряд ESA вышел на третье место после отряда NASA (142 астронавта) и России (42 космонавта). Далее следуют отряды NASDA (Япония, 8 астронавтов) и CSA (Канада, 7 астронавтов). Сведения о составе китайского отряда отсутствуют.

По материалам ESA и CNES

Группа европейского отряда астронавтов (ESA): К. Фуглесанг (Швеция), У. Гуидони (Италия), К. Николье (Швейцария), Г. Тиле (Германия), Х. Шлегель (Германия), Ж.-Ф. Клервуа (Франция), Ж.-П. Эньере (Франция), Л. Эйартц (Франция), Т. Райтер (Германия), Р. Виттори (Италия) и П. Несполи (Италия)

Итоги работы орбитальной обсерватории "Рентген"

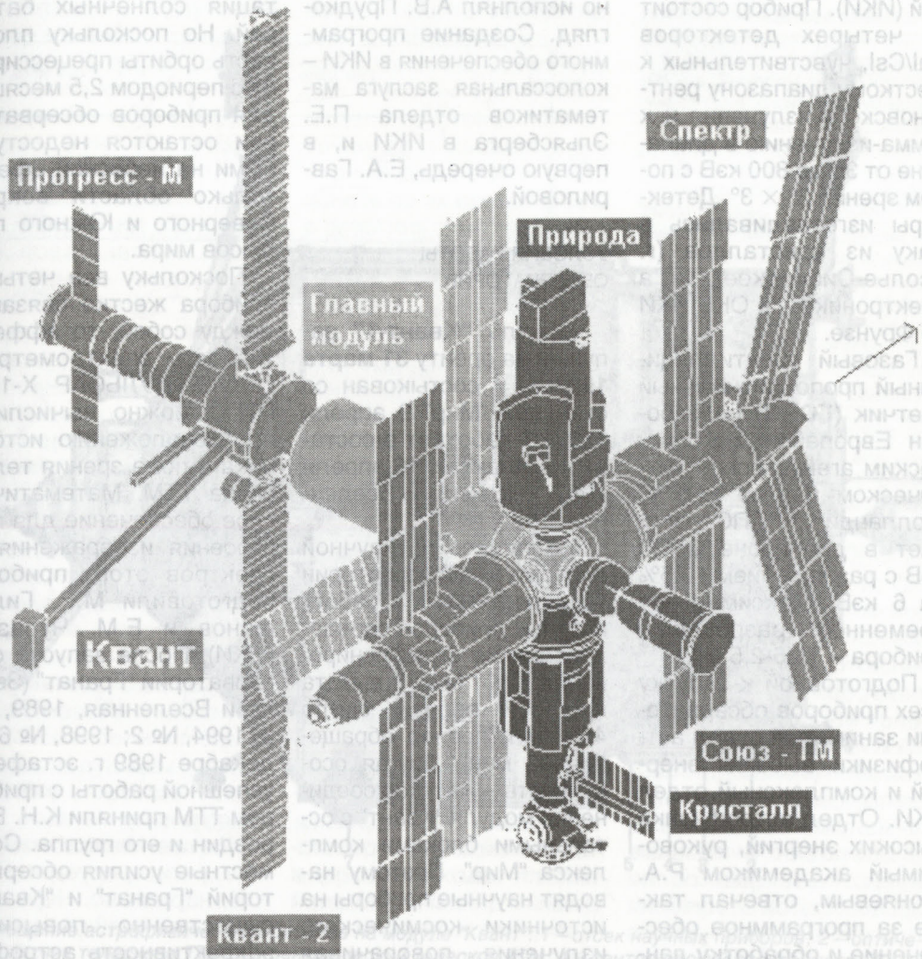
Н.Л. АЛЕКСАНДРОВИЧ,
В.А. АРЕФЬЕВ,
Институт космических исследований РАН

В конце 60-х гг. произошла революция в астрофизике и физической космологии. Были открыты реликтовое излучение, квазары, радиопульсары, компактные рентгеновские источники – аккрецирующие нейтронные звезды и черные дыры. Теория подготовила колоссальный рывок наблюдательной астрофизики и космологии. Обсерватория "Рентген", размещенная на модуле "Квант" пилотируемого орбитального комплекса "Мир", внесла немалый вклад в исследование рентгеновских источников, обнаружив несколько новых нейтронных звезд и черных дыр. Авторы рассказывают о результатах исследований 1987-1999 гг., выполненных с помощью комплекса рентгеновских приборов обсерватории.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В начале 80-х гг. принято решение об установке на одном из модулей космической станции "Мир", подготавливаемой тогда к запуску на орбиту, рентгеновской аппаратуры из СССР, Англии, Голландии и ESA. Были разработаны и изготовлены четыре прибора, предназначенные для исследований космических источников рентгеновского излучения, перекрывающих широкий диапазон энергий от 2 до 800 кэВ. Эксперименты реализованы на обсерватории **"Рентген" ОК "Мир"** (Земля и Вселенная, 1988, № 5).

Телескоп **ТТМ** ("телескоп с теневой маской") – единственный прибор обсерватории, строящий изображения участков небесной сферы. Он разработан в Лаборатории космических исследований в Утрехте (Голландия) и Бирмингемском университете (Англия). Это широкоугольная камера, использующая в качестве входной апертуры (диафрагмы) кодирующую маску для определения положения источников излучения. Прибор



Орбитальный пилотируемый комплекс "Мир". Направление наблюдений астрофизическими приборами модуля "Квант" показано стрелкой

работает в энергетическом диапазоне 2-30 кэВ и позволяет строить спектры ярких рентгеновских источников. Полное поле зрения телескопа 15° × 15°, угловое разрешение может достигать 2′.

Спектрометр **ГЕКСЕ** (HEXE, High Energy X-ray Experiment – "жесткий рентгеновский эксперимент") создан в Институте внеземной физики им. М. Планка в Гаршинге и в Тюбингенском университете (ФРГ). Прибор состоит из четырех идентичных детекторов, собранных из сцинтилляционных кристаллов NaI/CsI (йодиды натрия и цезия) и чувствительных к рентгеновскому и гамма-излучению в диапазоне от 15 до 200 кэВ. Поле зрения каждого детектора ограничено качающимся коллиматором, который, поворачиваясь с двухминутным интервалом, измеряет спектр источников и рентгеновский фон.

Рентгеновский спектрометр **ПУЛЬСАР Х-1** разработан под руководством А.С. Мелиоранского в отделе астрофизики высоких энергий Института космических исследова-

ний (ИКИ). Прибор состоит из четырех детекторов NaI/CsI, чувствительных к жесткому диапазону рентгеновского излучения и к гамма-излучению в диапазоне от 30 до 800 кэВ с полем зрения 3° × 3°. Детекторы изготавливались в Баку из кристаллов (г. Усолье-Сибирское), а электроника – в ОКБ ИКИ во Фрунзе.

Газовый сцинтилляционный пропорциональный счетчик **(ГСПС)** разработан Европейским космическим агентством в техническом центре ESTEC (Голландия). ГСПС работает в диапазоне 2-100 кэВ с разрешением 10,5% на 6 кэВ. Максимальное временно́е разрешение прибора – 1,25-2,5 мс.

Подготовкой к запуску всех приборов обсерватории занимался отдел астрофизики высоких энергий и комплексный отдел ИКИ. Отдел астрофизики высоких энергий, руководимый академиком Р.А. Сюняевым, отвечал также за программное обеспечение и обработку данных, полученных с этой обсерватории. Техническое курирование обсерватории "Рентген" осуществляет комплексный отдел ИКИ под руководством О.Ф. Прилуцкого и В.Г. Родина. Обсерватория успешно работает и благодаря поддержке НПО "Энергия" и ЦУПа во главе с руководителем полета В.А. Соловьевым и зам. руководителя полета В.Д. Благовым. Роль связующего звена между ИКИ и ЦУП на протяжении всех этих лет успешно исполнял А.В. Прудкогляд. Создание программного обеспечения в ИКИ – колоссальная заслуга математиков отдела П.Е. Эльясберга в ИКИ и, в первую очередь, Е.А. Гавриловой.

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ОБСЕРВАТОРИИ

Модуль **"Квант-1"** запущен на орбиту **31 марта 1987 г.** и состыкован со станцией "Мир" 9 апреля 1987 г., работает в составе комплекса с 12 апреля 1987 г. (Земля и Вселенная, 1987, № 4).

Комплексом научной аппаратуры обсерватории управляет ЦУП, а работу научных приборов определяет режим функционирования ОК "Мир" (высота круговой орбиты около 400 км и период обращения 92 мин). Другая особенность – жесткое соединение модуля "Квант" с остальными блоками комплекса "Мир". Поэтому наводят научные приборы на источники космического излучения, поворачивая всю станцию. При этом ОК "Мир" должен сохранять постоянную ориентацию на Солнце, иначе снизится выработка электроэнергии солнечными батареями.

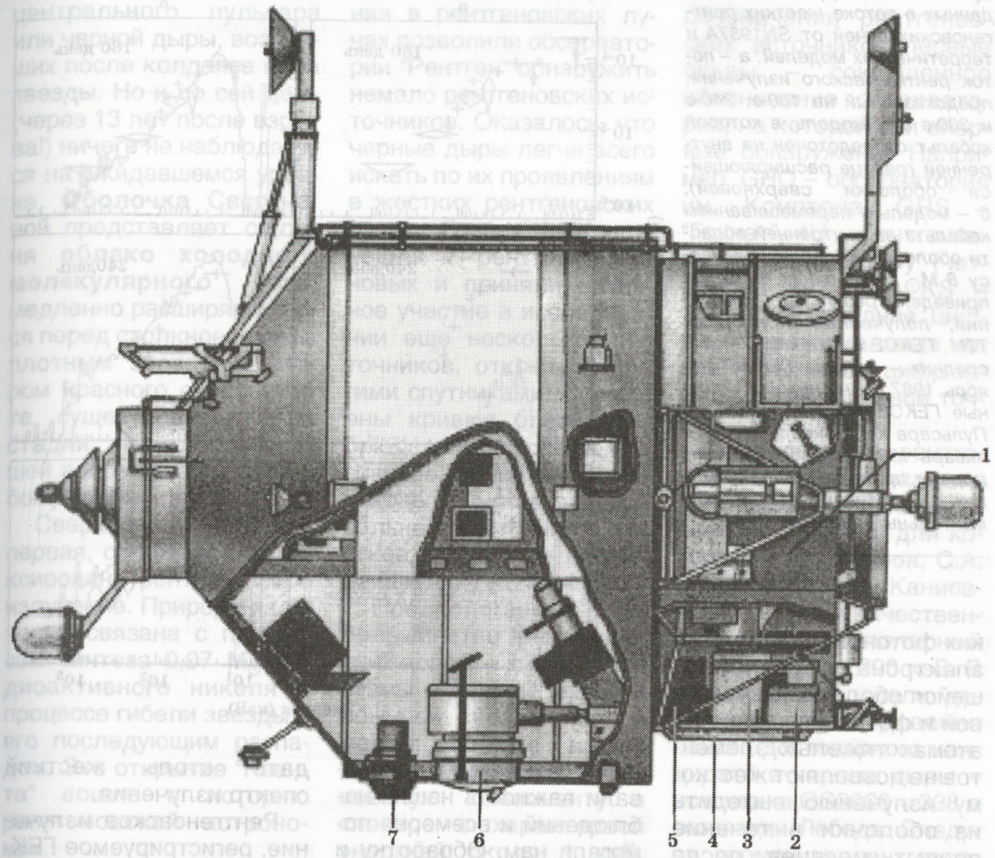
По мере пополнения станции новыми модулями условия работы "Кванта" усложнялись. Теперь в каждый момент времени наблюдениям доступна только полоса небесной сферы шириной 20° вдоль плоскости орбиты станции – такое ограничение накладывает ориентация солнечных батарей. Но поскольку плоскость орбиты прецессирует с периодом 2,5 месяца, для приборов обсерватории остаются недоступными на небесной сфере только области вокруг Северного и Южного полюсов мира.

Поскольку все четыре прибора жестко связаны между собой, то эффективность спектрометров ГЕКСЕ, ПУЛЬСАР Х-1 и ГСПС можно вычислить по расположению источника в поле зрения телескопа ТТМ. Математическое обеспечение для построения изображения и спектров этого прибора подготовили М.Р. Гильфанов и Е.М. Чуразов (ИКИ). После запуска обсерватории "Гранат" (Земля и Вселенная, 1989, № 3; 1994, № 2; 1998, № 6) в декабре 1989 г. эстафету успешной работы с прибором ТТМ приняли К.Н. Бороздин и его группа. Совместные усилия обсерваторий "Гранат" и "Квант" существенно повысили эффективность астрофизических исследований. Научные задачи обеих миссий определял отдел астрофизики высоких энергий ИКИ.

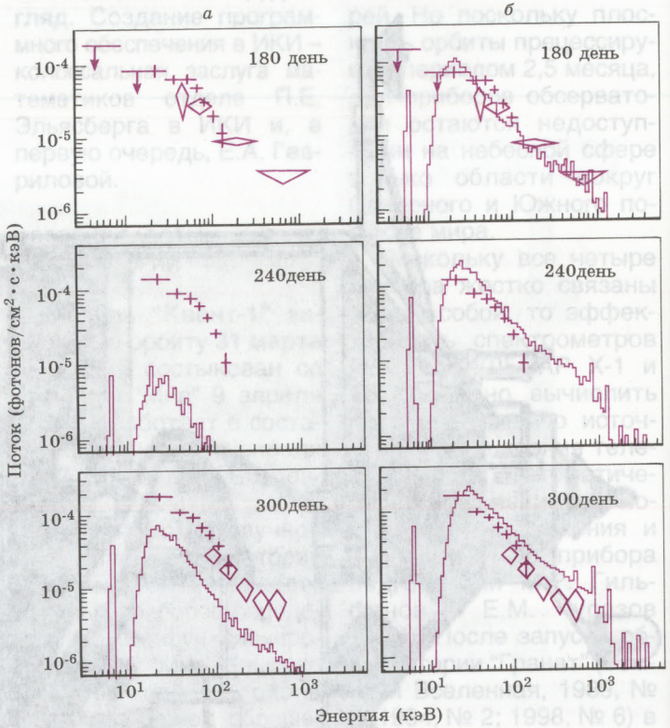
НАБЛЮДЕНИЯ СВЕРХНОВОЙ 1987А

Запуск модуля "Квант", к счастью для астрономов, почти совпал с редчайшим событием: незадолго до запуска, 23 февраля 1987 г., произошла вспышка **Сверхновой 1987А** в ближайшей галактике – Большом Магеллановом Облаке. Стало ясно, что "Квант" может получить уникальные данные о природе этой Сверхновой, ярчайшей за последние 400 лет.

Готовясь к наблюдениям, теоретики отдела сделали расчеты ожидаемого потока рентгеновских лучей от Сверхновой. Они ожидали мощнейших ударных волн, ускорения космических лучей, теплового и нетеплового рентгеновского излучения, бурных проявлений молодого быстровращающегося пульсара или черной дыры, аккрецирующей остатки сброшенной оболочки. Между тем природа излучения оказалась другой. Доктор физико-математических наук С.А. Гребенев (в то время аспирант) провел вычисления и построил приближенную теорию спектра излучения, выходящего из оболочки. Первичным источником, предположил он, являются **гамма-лучи,** рождающиеся при распаде радиоактивного никеля-56, синтезированного перед гибелью звезды и превращающегося в радиоактивный кобальт, а затем в железо. Расчеты показали, что рассеяние жест-



Размещение астрофизических приборов на модуле "Квант": 1 – отсек научных приборов; 2 – оптический датчик телескопа ТТМ; 3 – рентгеновский телескоп ТТМ; 4 – рентгеновский спектрометр ГЕКСЕ; 5 – рентгеновский спектрометр "Пульсар Х-1"; 6 – оптический датчик модуля; 7 – система астроориентации



Сравнение экспериментальных данных о потоке жестких рентгеновских лучей от SN1987A и теоретических моделей: а – поток рентгеновского излучения, предсказанный на 180-е, 240-е и 300-е сут (модель, в которой кобальт сосредоточен на внутренней границе расширяющейся оболочки сверхновой); б – модель с перемешиванием кобальта во внутренней области оболочки, содержащей массу 8 $M_\odot$. На верхних графиках приведены результаты измерений, полученные приборами ТТМ, ГЕКСЕ и Пульсар Х-1. На средних – данные ГЕКСЕ (ноябрь 1987 г.), на нижних – данные ГЕКСЕ (январь 1988 г.) и Пульсара Х-1 (декабрь 1987 г. и январь 1988 г.). Теоретические модели, приведенные на графиках а, противоречат экспериментальным данным

ких фотонов на холодных электронах разлетающейся оболочки Сверхновой и фотопоглощение на атомах тяжелых элементов не позволяют жесткому излучению выходить из оболочки в течение первых месяцев после взрыва. Поток излучения на наблюдаемом уровне может появиться лишь через полгода после взрыва. Теоретики отдела опирались на численную гидродинамическую модель взрыва, созданную группой доктора физико-математических наук В.С. Имшенника в Институте теоретической и экспериментальной физики РАН.

В середине июня 1988 г. начались практически ежедневные наблюдения Сверхновой. Руководство НПО "Энергия", в первую очередь доктор технических наук Ю.П. Семенов (ныне академик) осознавали важность наших наблюдений и всемерно помогали нам. Обработку и анализ данных ТТМ вели молодые теоретики М.Р. Гильфанов и Е.М. Чуразов (ныне – доктора физико-математических наук). Данные приборов ГЕКСЕ и ПУЛЬСАР Х-1 обработали В.В. Ефремов и А.С. Каниовский. Телескоп ТТМ, работавший в более мягком диапазоне энергий, ничего не зарегистрировал. Такой характер излучения от Сверхновой может возникнуть лишь при распаде радиоактивных изотопов. Ни ударные волны, ни обратное комптоновское излучение релятивистских электронов не могли создать столь жесткий спектр излучения.

Рентгеновское излучение, регистрируемое ГЕКСЕ, нарастало. Через несколько дней оно было зафиксировано прибором ПУЛЬСАР Х-1 в еще более жестких лучах (выше 50 кэВ). Японские ученые зарегистрировали чрезвычайно слабый сигнал в последних, самых жестких каналах пропорциональных счетчиков японской обсерватории "GINGA". По данным "Кванта" построены кривые блеска Сверхновой в **жестких рентгеновских лучах**, найдены верхние пределы отношения долгоживущего изотопа кобальт-57 к кобальту-56. Оставалась надежда зафиксировать излучение центрального пульсара или черной дыры, возникших после коллапса ядра звезды. Но и по сей день (через 13 лет после взрыва!) ничего не наблюдается на ожидавшемся уровне. **Оболочка** Сверхновой представляет сегодня **облако холодного молекулярного газа**, медленно расширяющегося перед столкновением с плотным звездным ветром красного сверхгиганта, существовавшего на стадии, предшествовавшей взорвавшемуся голубому сверхгиганту.

Сверхновая 1987А – первая, от которой зафиксировано рентгеновское излучение. Природа излучения связана с процессом синтеза 0,07 $M_\odot$ радиоактивного никеля в процессе гибели звезды и его последующим распадом. Это открытие "Кванта" вошло в историю рентгеновской астрономии.

РЕНТГЕНОВСКИЕ НОВЫЕ

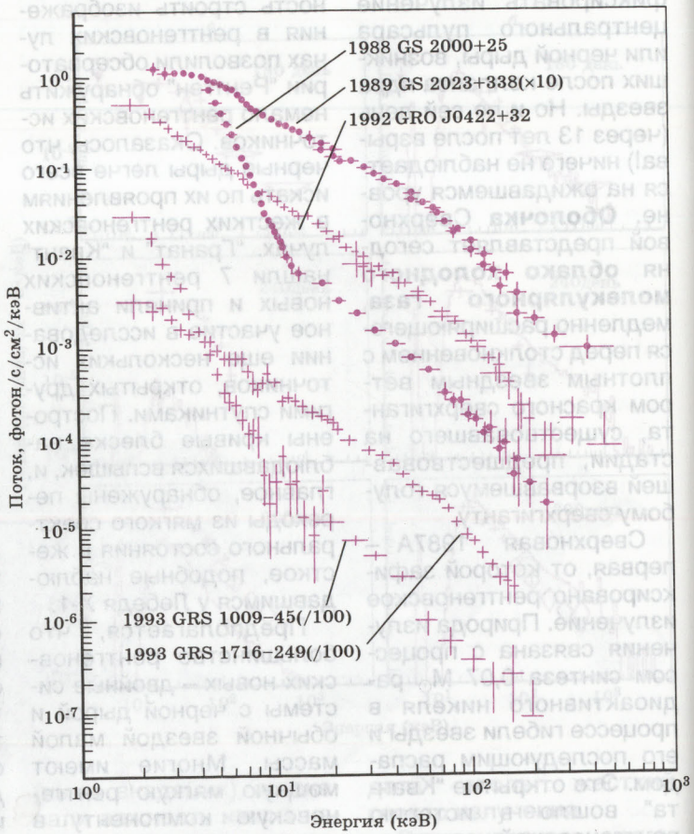
После наблюдений Сверхновой 1987А начался этап активных наблюдений рентгеновских новых. Такие объекты неожиданно появляются на небе, за несколько дней становятся ярчайшими источниками в рентгеновских лучах, затем медленно, в течение 25-40 сут, уменьшают блеск и исчезают с небосвода, чтобы вернуться через 30-50 лет. Широкий энергетический диапазон чувствительности, большое поле зрения и способность строить изображения в рентгеновских лучах позволили обсерватории "Рентген" обнаружить немало рентгеновских источников. Оказалось, что черные дыры легче всего искать по их проявлениям в жестких рентгеновских лучах. "Гранат" и "Квант" нашли 7 рентгеновских новых и приняли активное участие в исследовании еще нескольких источников, открытых другими спутниками. Построены кривые блеска наблюдавшихся вспышек, и, главное, обнаружены переходы из мягкого спектрального состояния в жесткое, подобные наблюдавшимся у Лебедя Х-1.

Предполагается, что большинство рентгеновских новых – двойные системы с черной дырой и обычной звездой малой массы. Многие имеют мощную мягкую рентгеновскую компоненту в спектре с характерной энергией около 1 кэВ. Предположив, что излучение соответствует чернотельному спектру, мы выделили эти объекты в подкласс мягких рентгеновских новых. До вспышки GS 2023+338 (а впоследствии также GRO J0422+32 и GRS 1716-249) наличие яркой мягкой компоненты считалось признаком, характерным для всех рентгеновских новых. После наблюдений стало ясно, что существуют и рентгеновские новые с аномально жестким спектром без мягкой компоненты, подобные спектру источника Лебедь Х-1 в его обычном жестком состоянии. В обозначении рентгеновских источников первые буквы – сокращенное обозначение обсерватории, на которой они впервые обнаружены. Например, GRO – обсерватория им. Комптона, GRS – "Гранат", 4U – рентгеновский спутник "Ухуру" (четвертый каталог), KS – "Квант". Последние цифры – экваториальные координаты, число цифр зависит от выявленной точности координат.

Исследования рентгеновских новых начались в 1988 г. с источника в созвездии Лисички, для которого И.Ю. Лапшов, С.А. Гребенев и А.С. Каниовский получили качественный широкополосный спектр от 2 до 200 кэВ. В 1989 г. последовали детальные исследования самого достоверного кандидата в черные дыры – источника GS2023 + 338 в созвездии Лебедя. Следует упомянуть рентгеновские новые в Персее GRO J0422 + 32 (в 1992 г.), две вспышки в 1993 г. в Парусах (GRS 1009-45), Змееносце (GRS 1716-249) и в 1994 г. в Скорпионе – KS 1730-312. Во время наблюдений приборы ТТМ и СИГМА ("Гранат") зафиксировали переход KS 1730-312 из жесткого спектрального состояния в мягкое. Исследования, проведенные обсерваториями "Квант" и "Гранат", позволили заключить, что KS 1730-312 – также кандидат в черные дыры.

В марте 1996 г. приборами "Граната" и "Кванта" обнаружена рентгенов-

График широкополосных рентгеновских спектров пяти рентгеновских новых, наблюдавшихся "Квантом". Для наглядности некоторые спектры сдвинуты по вертикальной оси. Видно отличие формы спектров подкласса мягких новых (GS 2000 + 25 и GRS 1009-45) от жестких



ская новая в созвездии Змееносца GRS 1739-278. Ни одна из иностранных космических обсерваторий, запущенных в 90-х гг. и обладающих более высокой чувствительностью, не смогла по различным причинам зарегистрировать этот источник. Только в апреле 1996 г. прибор BATSE (на американской обсерватории "GRO") сумел выделить рентгеновское излучение от GRS 1739-278 на фоне яркого барстера-пульсара GRO J1744-28, используя данные ТТМ.

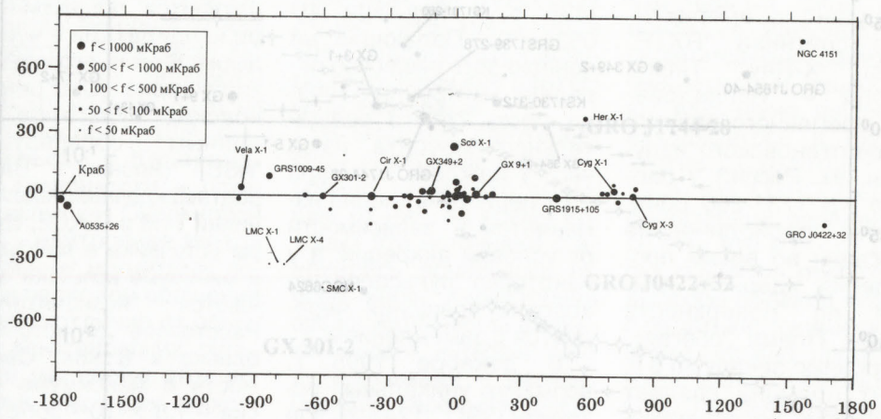
Рентгеновские новые появляются на небе достаточно регулярно, их изучение приборами обсерватории "Рентген" продолжается. Летом 1998 г. проведена серия наблюдений источника XTE J2012+381, а весной 1999 г. – XTE J1550-564.

КАНДИДАТЫ В ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

Рентгеновские новые считаются одним из подклассов рентгеновских источников – кандидатов **в черные дыры**. Массивные звезды, заканчивая свою эволюцию, могут сколлапсировать и превратиться в черную дыру. В 60-х гг. астрофизики доказали: если черная дыра входит в **двойную систему**, притяжение этого массивного объекта способно вызвать перетекание вещества со звезды-компаньона и образование аккреционного диска. Горячая плазма аккреционного диска излучает в рентгеновском диапазоне. Нагревается плазма из-за динамической вязкости (трение между отдельными слоями диска, находящимися на разных расстояниях от центрального тела и потому имеющих разную скорость обращения). Теория дисковой аккреции была построена доктором физико-математических наук Н.А. Шакурой и академиком Р.А. Сюняевым в группе академика Я.Б. Зельдовича в 1972-73 гг.

Наиболее надежный аргумент принадлежности источника к черным дырам – изменение массы компактного объекта. Это возможно, только если источник отождествлен в оптическом диапазоне. Расчеты показывают, что 3 $M_\odot$ можно принять как жесткий верхний предел для массы нейтронной звезды.

Характерной чертой кандидатов в черные дыры является **бимодальное поведение**, т.е. переход из мягкого состояния в жесткое излучение и обратно. Классическим объектом такого рода считается известный квазистационарный источник рентгеновского излучения Лебедь X-1 (Cyg X-1). Cyg X-1 – двойная система с орбитальным периодом 5,6 сут, состоящая из голубого сверхгиганта и компактного объекта. Большое значение массы последнего ($M > 9{,}5\ M_\odot$) делает его одним из наиболее надежных кандидатов в черные дыры. В стандартном рентгеновском диапазоне (до 20 кэВ) источник наблюдался в двух состояниях: "высоком", в котором он обладает сильной мягкой и слабой жесткой компонентами, и "низком", с противоположным соотношением компонент. В "низком" состоянии Лебедь X-1 проводит около 90% времени.

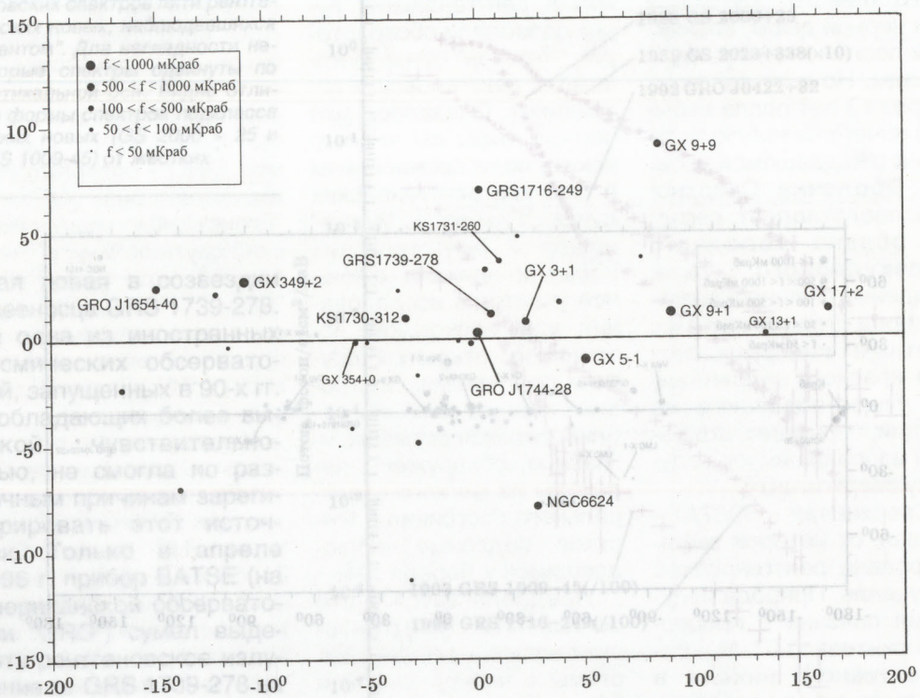


Карта 67 рентгеновских источников, наблюдавшихся телескопом ТТМ обсерватории "Рентген" в 1987–1998 гг. По осям – галактические координаты. Размеры кружков соответствуют максимальной за время наблюдений яркости источников

ПАТРУЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО НЕБА

Обсерватория "Рентген" регулярно наблюдает в рентгеновском диапазоне "густонаселенные" области неба, и в первую очередь – центр Галактики. Такой выбор не случаен: именно здесь наибольшее количество рентгеновских источников. Большое поле зрения и достаточно высокое пространственное разрешение телескопа ТТМ делают наблюдения особенно эффективными. Изучение источников различных типов ведутся одними и теми же приборами на протяжении многих лет, что позволяет одновременно решать задачи самых разных направлений.

В окрестностях центра Галактики также часто

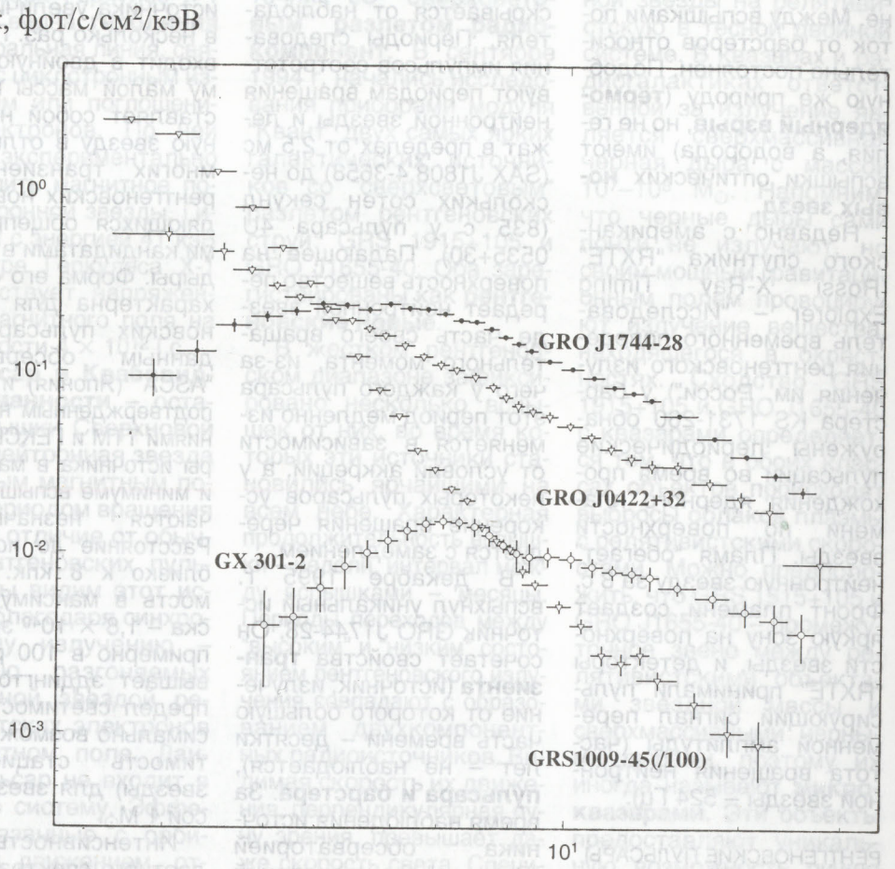


Карта рентгеновских источников в районе центра Галактики, наблюдавшихся телескопом ТТМ обсерватории "Рентген" в 1987–1998 гг. По осям – галактические координаты. Размеры кружков соответствуют максимальной за время наблюдений яркости источников

вспыхивают новые источники. Здесь расположены открытые разными космическими обсерваториями объекты: галактический микроквазар GRO J1655-40, барстер-пульсар GRO J1744-28 и уже упоминавшиеся рентгеновские новые GRS 1716-249, KS 1730-312 и GRS 1739-278. Самим телескопом ТТМ было открыто 11 новых источников.

БАРСТЕРЫ

Вблизи центра Галактики в 1990 г. доктора физико-математических наук М. Гильфанов и Е. Чуразов обнаружили барстер KS 1731-260. **Барстеры** – это вспыхивающие рентгеновские источники с периодом повторения вспышек от нескольких часов до нескольких дней и продолжительностью около 10 с. Интервал между вспышками колеблется от 30 до 50% от среднего значения в стабильном состоянии и меняется в зависимости от общей светимости источника. Как правило, при увеличении средней светимости уменьшается время между вспышками, а при достижении некоторой критической светимости (~10^{37} эрг/с) они вообще исчезают. Спектр излучения во время вспышки близок к спектру излучения абсолютно черного тела с температурой несколько кэВ. В спокойном состоянии барстеры представляют собой рентгеновские источники с медленно меняющимся потоком излучения и средней светимостью 10^{36}-10^{37} эрг/с. Все известные барстеры принадлежат к двойным системам малой массы. Большинство их располагается в пределах 30° вокруг направления на Галактический центр, что свидетельствует о при-



Сравнение спектров четырех источников разных типов по данным телескопа ТТМ обсерватории "Рентген": барстера-пульсара GRO J1744-28, рентгеновского пульсара GX 301-2, жесткой рентгеновской новой 1992 г. GRO J0422 + 32 и мягкой новой 1993 г. GRS 1009-45. Спектр GRS 1009-45 сдвинут по вертикальной оси для наглядности

надлежности барстеров к **сферической подсистеме Галактики.** По современным представлениям, барстер – двойная система с нейтронной звездой, на ее поверхность выпадает обогащенное гелием вещество звезды-компаньона. В ходе аккреции оно в течение нескольких часов накапливается на поверхности звезды в виде слоя толщиной около 10 м с поверхностной плотностью порядка 10^9 г/см², разогреваясь за счет аккреции и ядерного горения водорода. При достижении критической температуры около 3×10^8 К начинает "гореть" гелий. Накопленная масса (около 10^{21} г) сгорает за несколько секунд, что и вызывает кратковременную вспышку в

рентгеновском диапазоне. Между вспышками поток от барстеров относительно постоянен. Подобную же природу (**термоядерный взрыв**, но не гелия, а водорода) имеют вспышки оптических **новых звезд**.

Недавно с американского спутника "RXTE" (Rossi X-Ray Timing Explorer – "Исследователь временнóго поведения рентгеновского излучения им. Росси") у барстера KS 1731-260 обнаружены периодические пульсации во время прохождения ядерного пламени по поверхности звезды. Пламя "обегает" нейтронную звезду за 8 с. Фронт пламени создает яркую зону на поверхности звезды, и детекторы "RXTE" принимали пульсирующий сигнал переменной амплитуды (частота вращения нейтронной звезды – 524 Гц).

РЕНТГЕНОВСКИЕ ПУЛЬСАРЫ

Интересен и другой класс источников – **рентгеновские пульсары** – двойные системы, в которые входит обычная звезда и быстровращающаяся нейтронная звезда с сильным магнитным полем. Рентгеновское излучение появляется за счет аккреции в области магнитных полюсов вещества, истекающего с обычной звезды, а наблюдаемые пульсации – следствие быстрого вращения нейтронной звезды. Если ее магнитная ось не совпадает с осью вращения, горячее пятно (магнитный полюс) периодически скрывается от наблюдателя. Периоды следования импульсов соответствуют периодам вращения нейтронной звезды и лежат в пределах от 2,5 мс (SAX J1808.4-3658) до нескольких сотен секунд (835 с у пульсара 4U 0535+30). Падающее на поверхность вещество передает нейтронной звезде часть своего вращательного момента, из-за чего у каждого пульсара этот период медленно изменяется в зависимости от условий аккреции, а у некоторых пульсаров ускорение вращения чередуется с замедлением.

В декабре 1995 г. вспыхнул уникальный источник GRO J1744-28. Он сочетает свойства **транзиента** (источник, излучение от которого бóльшую часть времени – десятки лет – не наблюдается), **пульсара и барстера**. За время наблюдения источника обсерваторией "Рентген" рентгеновский поток от него (2-30 кэВ) упал с 900 мКраб (~15 кэВ/с/см^2, для диапазона 2-30 кэВ) в первых сеансах (6-7 февраля 1996 г.) до 400 мКраб в последних (конец марта 1996 г. и февраль 1997 г.). Блеск источника имеет два ярко выраженных максимума с интервалом около года. Подобные кривые блеска, характерные для **галактических микроквазаров**, наблюдались и у двойных систем малой массы с нейтронными звездами, например у 4U 1608-522. Во время коротких вспышек пульсара (порядка 10 с), поток от источника увеличивается в несколько раз. Пульсар входит в двойную систему малой массы и представляет собой нейтронную звезду в отличие от многих транзиентов – рентгеновских новых, являющихся общепринятыми кандидатами в черные дыры. Форма его спектра характерна для рентгеновских пульсаров. По данным обсерваторий "ASCA" (Япония) и "RXTE", подтвержденным наблюдениями ТТМ и ГЕКСЕ, спектры источника в максимуме и минимуме вспышки отличаются незначительно. Расстояние до источника близко к 8 кпк. Светимость в максимуме блеска – 1,8 $\times$ 10^{40} эрг/с, что примерно в 100 раз превышает эддингтоновский предел светимости (максимально возможная светимость стационарной звезды) для звезды массой 1 $M_\odot$.

Интенсивность стандартного спектра пульсаров резко понижается на энергиях выше 5-30 кэВ. В результате этого излучение выше 80 кэВ обнаруживается лишь у пары наиболее ярких объектов. Так, в конце мая 1994 г. приборы ТТМ и ГЕКСЕ зафиксировали **необычайно жесткий спектр** излучения рентгеновского пульсара 4U 0115+63 во время вспышки. Недавно открыт пульсар SAX J1808.4-3658 (XTE J1808-369), у которого также наблюдается необычайно жесткий спектр. Механизм его формирования пока не изучен.

В спектре рентгеновского пульсара Геркулес X-1 хорошо видна **гиролиния** – спектральная линия, связанная с циклотронным излучением или поглощением электронов. По ней можно экспериментально определить магнитное поле нейтронной звезды. Гиролиния с энергией 41 кэВ в спектре Геркулеса X-1 соответствует напряженности магнитного поля на поверхности 4 $\times$ 10^{12} Гс.

Пульсар в Крабовидной туманности – остаток вспышки Сверхновой 1054 – нейтронная звезда с сильным магнитным полем и периодом вращения 33 мс. В отличие от обычных рентгеновских пульсаров мы видим этот источник благодаря синхротронному излучению – свечению разгоняемых нейтронной звездой релятивистских электронов в магнитном поле. Данный пульсар не входит в двойную систему. Эффекты, связанные с орбитальным движением, отсутствуют, поэтому форма его спектра и поток от него практически неизменны, в то время как характерной чертой подавляющего большинства остальных рентгеновских источников является их переменность. Пульсар в Крабовидной туманности служит естественным калибровочным источником для астрофизических приборов, работающих в космосе.

ГАЛАКТИЧЕСКИЕ МИКРОКВАЗАРЫ

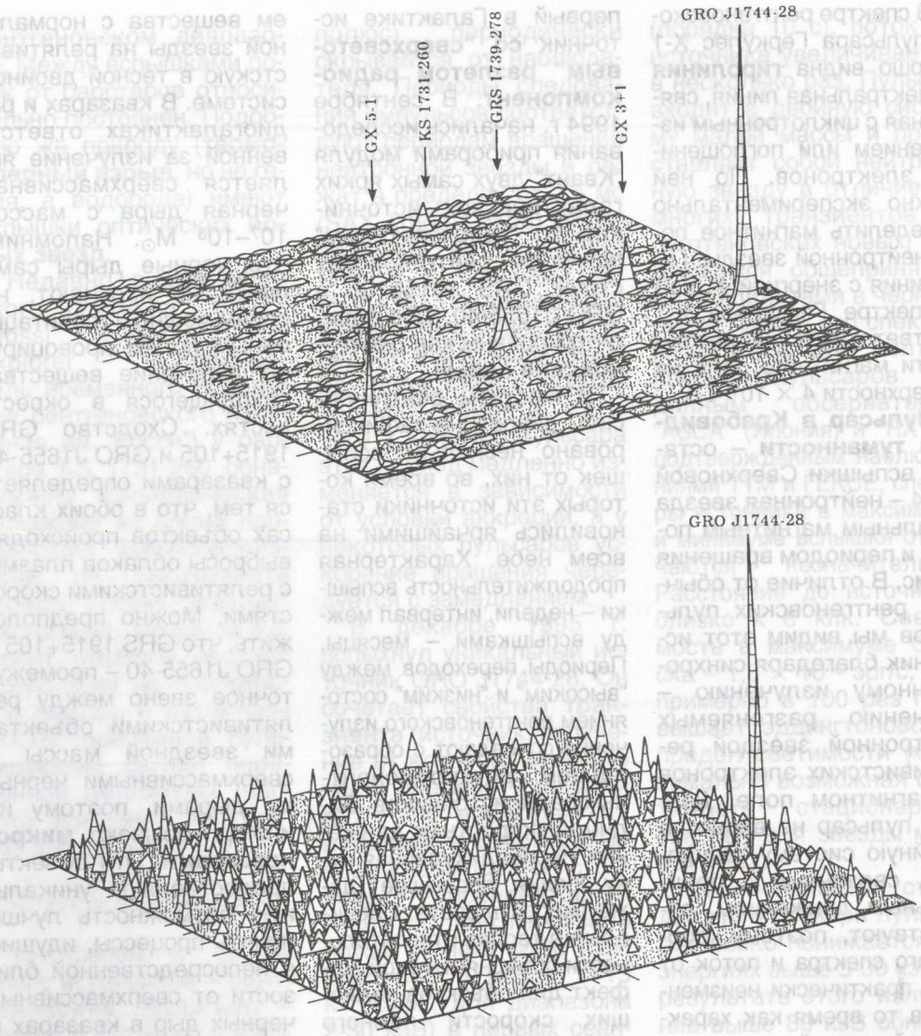
В 1992 г. "Гранат" открыл GRS 1915+105 – первый в Галактике источник **со "сверхсветовым" разлетом радиокомпонент**. В сентябре 1994 г. начались исследования приборами модуля "Квант" двух самых ярких галактических источников со "сверхсветовым" разлетом рентгеновских струй: GRS 1915+105 и GRO J1655-40. Оба зарегистрированы как **рентгеновские новые**.

В жестком рентгеновском диапазоне зафиксировано несколько вспышек от них, во время которых эти источники становились ярчайшими на всем небе. Характерная продолжительность вспышки – недели, интервал между вспышками – месяцы. Периоды переходов между "высоким" и "низким" состоянием рентгеновского излучения совпадают с образованием двухкомпонентных радиоисточников. Видимая скорость их движения, перпендикулярная лучу зрения, превышает даже скорость света. Специальная теория относительности объясняет такой эффект для объектов, имеющих скорости немного меньше световой и направленных под малыми углами к лучу зрения (Земля и Вселенная, 1994, № 6).

Подобное явление обнаружено при наблюдении **квазаров и активных ядер галактик**. GRS 1915+105 и GRO J1655-40 оказались первыми источниками со "сверхсветовым" разлетом радиокомпонент в Галактике. Источник энергии для таких объектов – аккреция, связанная с перетеканием вещества с нормальной звезды на релятивистскую в тесной двойной системе. В квазарах и радиогалактиках ответственной за излучение является сверхмассивная черная дыра с массой 10^7–10^8 $M_\odot$. Напомним, что черные дыры сами почти не излучают, но своим мощным гравитационным полем провоцируют излучение вещества, находящегося в окрестностях. Сходство GRS 1915+105 и GRO J1655-40 с квазарами определяется тем, что в обоих классах объектов происходят выбросы облаков плазмы с релятивистскими скоростями. Можно предположить, что GRS 1915+105 и GRO J1655-40 – промежуточное звено между релятивистскими объектами звездной массы и сверхмассивными черными дырами, поэтому их иногда называют **микроквазарами**. Эти объекты предоставляют уникальную возможность лучше понять процессы, идущие в непосредственной близости от сверхмассивных черных дыр в квазарах и ядрах активных радиогалактик. В октябре 1995 г. прибор ТТМ впервые зарегистрировал источник GRS 1915+105 в низком жестком спектральном состоянии, что подтверждает интерпретацию этого объекта как галактического кандидата в черные дыры.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К числу наиболее значимых результатов рабо-



Изображение области центра Галактики (9 × 6°), полученное телескопом ТТМ 28 февраля – 5 марта 1996 г. Высота пиков рентгеновских источников пропорциональна интенсивности излучения. На верхнем рисунке – сумма 8 сеансов измерений. На нижнем – изображения той же самой области во время вспышек (сумма по четырем восьмисекундным интервалам), вырезанные из разных сеансов 1996 г. Несмотря на малое время наблюдения, барстер-пульсар GRO J1744-28 выделяется отчетливо, в отличие от остальных источников этой области на верхнем рисунке

ты обсерватории "Рентген" можно отнести:

– детальное и долговременное изучение SN1987A в широком спектральном диапазоне;

– открытие **жесткой компоненты** в спектрах рентгеновских новых – общепризнанных ныне кандидатов в черные дыры; уникальные спектральные и временные исследования нескольких источников этого класса, недоступные для приборов с более коротким сроком жизни;

– построение **широкополосных спектров** различных типов рентгеновских источников в диапазоне энергий 2-500 кэВ; регистрация двух основных типов спектров от галактических кандидатов в черные дыры, среди них: Cyg X-1, GRO J1654-40, GRS 1009-45, GX 339-4, KS 1730-312;

– обнаружение яркой мягкой компоненты и спектроскопия в стандартном рентгеновском диапазоне галактических источников со "сверхсветовым" разлетом радиокомпонент;

– получение рентгеновских изображений, картографирование и всестороннее исследование области центра Галактики;

– изменение периодов вращения 9 рентгеновских пульсаров;

– открытие **11 рентгеновских источников** в Галактике, определены их координаты. В числе новых источников: барстер KS 1731-260, рентгеновская новая KS 1730-312, транзиенты KS J1748-248 и KS J1716-389 (1995 г.).

В течение 13 лет обсерватория "Рентген" провела более 3000 сеансов наблюдений, получив научные результаты мирового уровня. Данные модуля "Квант" использованы в сотнях статей в российских и иностранных астрофизических журналах, в циркулярах Международного Астрономического Союза, кандидатских и докторских диссертациях. Это, несомненно, подтверждает их актуальность и высокую надежность. В настоящее время приборы модуля работоспособны, а сам он стал мировым рекордсменом по продолжительности активной работы на орбите.

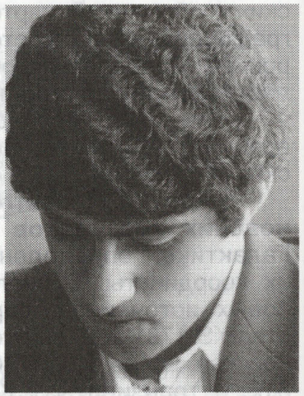
В ноябре 1998 г. закончил функционировать в космосе самый долгоживущий зарубежный проект – рентгеновский спутник "ROSAT" (ФРГ). Он запущен 1 июня 1990 г., причем последние 4 года в работоспособном состоянии оставался только один детектор. Летом 1999 г. прекратила существование российская обсерватория "Гранат". "Рентген" продолжает работать и после запуска в 1999 г. астрофизических обсерваторий нового поколения – "Chandra" (AXAF) и "XMM-Newton" (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Среди программ в области астрофизики высоких энергий, готовящихся к реализации в ближайшем будущем, прежде всего необходимо отметить наш проект **"Спектр-Рентген-Гамма"** (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Новые миссии значительно превосходят комплекс приборов модуля "Квант" по чувствительности, угловому и спектральному разрешению, но значительно уступают по величине поля зрения и ширине рабочего энергетического диапазона при общем акценте на мягкую рентгеновскую область спектра. Предыдущее поколение специализированных обсерваторий (в том числе "Рентген" и "Гранат") позволило накопить много данных обо всех основных типах рентгеновских источников. Благодаря этому сейчас наступило время специализированных спутников, создаваемых для решения более узких задач, в частности – **спектроскопии с высоким разрешением** и построения качественных изображений слабых источников в мягком рентгеновском диапазоне.

Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе

И.А. ГЕРАСИМОВ,
доктор физико-математических наук

Б.Р. МУШАИЛОВ,
доктор физико-математических наук
Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга МГУ

Приводится краткий обзор исследований происхождения и динамической эволюции кометно-астероидного вещества в Солнечной системе. Оценивается вероятность столкновений малых тел с Землей. Выдвигается гипотеза о множественности зон (колец) Койпера. Обсуждается вопрос о существовании скрытой массы в Солнечной системе.



МАЛЫЕ ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В конце XVIII в. после открытия И. Тициусом (в 1766 г.) так называемого закона планетных расстояний появились определенные основания предполагать, что между орбитами Марса и Юпитера должно существовать еще одно необнаруженное небесное тело. Ведь согласно этому закону, среднее расстояние от Солнца до какой-либо планеты (в то время были известны лишь шесть планет) может быть представлено в виде

$$r_k = 0{,}4 + 0{,}3 \cdot 2^{k-2},$$

где k – номер планеты при удалении ее от Солнца. (Для Меркурия результат получается точнее, если принять $k \to -\infty$; в настоящее время указанную закономерность принято называть правилом Тициуса–Боде.) Но при этом, для согласования с определяемым из наблюдений расстоянием, приходилось считать Юпитер не пятой, а шестой по счету от Солнца планетой! Несмотря на то, что приведенная закономерность не следовала из каких-либо теоретических соображений, она довольно точно предсказала расстояние до Урана, открытого в 1781 г. Из формулы получалось для него расстояние 19,6 а.е., а из наблюдений следовало 19,18 а.е. (По современным данным, большая полуось орбиты Урана $a \approx$ $\approx$ 19,218 а.е.) Из соотношения Тициуса вытекало, что на среднем расстоянии от Солнца в 2,8 а.е., между орбитами Марса и Юпитера, должна существовать еще одна планета.

1 января 1801 г. Джузеппе Пиацци, проводя систематические наблюдения для составления каталога видимых положений звезд, обнаружил в созвездии Тельца неизвестную "звезду", которая в следующую ночь изменила свое положение. Поначалу Пиацци считал, что наблюдает новую комету. Через шесть недель движущийся звездоподобный объект был потерян из виду.

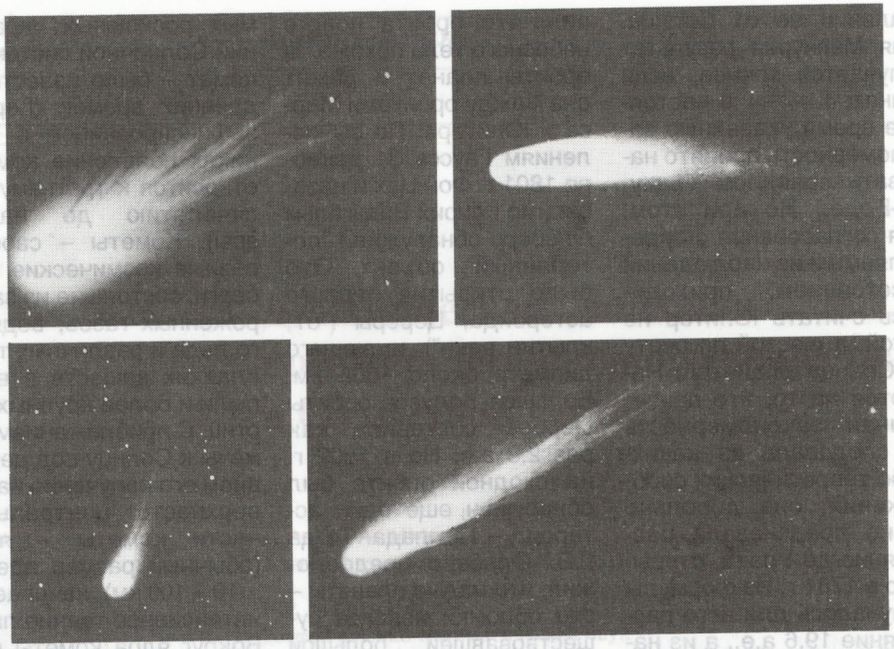
Однако Карл Фридрих Гаусс по полученному ряду наблюдений установил, что орбита нового небесного тела похожа на орбиты планет и лежит она между орбитами Марса и Юпитера. По вычислениям Гаусса 31 декабря 1801 г. Фон Цах и независимо Генрих Вильгельм Ольберс обнаружили "потерянный" объект. Это было открытие первого астероида, Цереры ("открытие века"), имеющего диаметр около 1000 км. Большая полуось орбиты Цереры составила как раз 2,8 а.е. Но в 1802 г. на сходной орбите был обнаружен еще один астероид – Паллада. Тогда Г.В. Ольберс предположил, что малые планеты – это обломки некогда существовавшей большой планеты, которая по каким-то причинам разрушилась. Он предложил искать ее обломки на пересечении орбит Цереры и Паллады, и именно так были открыты Юнона и Веста!

Темпы открытий астероидов во второй половине XIX в. резко возросли. И уже к началу XX в. было обнаружено около 500 астероидов с диаметрами несколько десятков километров, и их число постоянно росло. В настоящее время каталогизировано около 10 тысяч астероидов и предполагается существование еще сотен тысяч. Значительная часть их движется в плоскостях, близких к эклиптике, располагаясь в Главном поясе между орбитами Марса и Юпитера на расстоянии 2,2 – 4,5 а.е. от Солнца.

В отличие от астероидов о существовании самых роскошных украшений Солнечной системы – комет – было известно с древних времен (первое зафиксированное в хрониках появление кометы относится к третьему тысячелетию до нашей эры). Кометы – своеобразные космические айсберги, состоящие из замороженных газов, водяного льда и различных тугоплавких веществ в виде пыли и более крупных частиц. С приближением кометы к Солнцу под действием его излучения на поверхности центральной части кометы – ядра (обычный размер ядер ~ ~ 10 ÷ 100 км), начинается интенсивное таяние льда. Вокруг ядра кометы возникает туманная газообразная оболочка – кома.

При дальнейшем приближении к Солнцу у кометы образуется хвост. Кометные хвосты простираются на многие сотни миллионов километров и отличаются удивительной красотой и разнообразием форм. Их вещество, состоящее из пыли, молекул и атомов газа, ионизованных молекул, настолько разрежено, что через него видны звезды без существенного ослабления блеска. С удалением кометы от Солнца действие солнечного излучения ослабевает и хвост кометы постепенно уменьшается и исчезает. В наиболее удаленной от Солнца точке орбиты (в афелии) температура ядра кометы, как правило, близка к абсолютному нулю.

Таким образом, хотя кометы, подобно астерои-



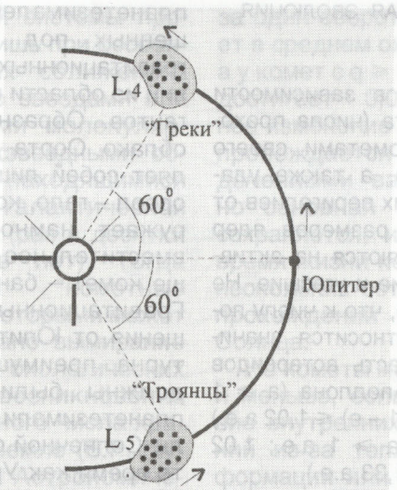
Типы кометных хвостов

дам, движутся вокруг Солнца, они существенно отличаются от последних. Не исключено, что именно кометы причастны к возникновению жизни на Земле и, возможно, на древнем Марсе, т.к. могли занести в их атмосферы сложные органические соединения.

В 1704 г. Эдмонд Галлей на основе теории тяготения, созданной незадолго до того Исааком Ньютоном, вычислил орбиты 24 ярких комет. В ходе работ он обнаружил, что орбиты комет 1531 г., 1607 г. и 1682 г. удивительно схожи. Он заключил, что это не три разные кометы, а три появления одной и той же кометы, движущейся по сильно вытянутой эллиптической орбите вокруг Солнца с периодом в 75 или 76 лет! Непостоянство периода обращения Галлей совершенно справедливо связал с возмущающим притяжением больших планет. В конце 1758 г., в полном согласии с предсказанием Галлея, эта комета вновь была обнаружена после ее путешествия за орбиту Нептуна (сама же планета Нептун была открыта лишь в 1846 г.). За ней закрепилось название "комета Галлея". С тех пор она наблюдалась также в своих возвращениях в 1835, 1910 и в 1986 гг.

Э. Галлей, таким образом, доказал, что хотя бы некоторые кометы – постоянные члены Солнечной системы. В дальнейшем эллиптические орбиты были обнаружены и у многих других комет, обращающихся вокруг Солнца. При этом наряду с кометами Энке, Темпеля 2, Копфа, имеющими периоды обращения, соответственно, 3,3; 5,3 и 6,2 года, были обнаружены кометы с периодами, достигающими сотен тысяч или миллионов лет.

В настоящее время в Солнечной системе на расстоянии, не превышающем 100 а.е., общее число малых тел, размеры которых более 1 км (тела меньших размеров принято называть метеороидами), – порядка 1 млн. Эти тела классифицируют по месту их происхождения (а следовательно, по их физико-химическому составу) на два типа: астероиды (малые планеты) и кометы.



Две группы малых планет, "греки" и "троянцы", одинаково удаленные от Солнца и Юпитера, движутся в окрестности устойчивых точек либрации L_4 и L_5

Астероиды – тела, сформировавшиеся между орбитами Марса и Юпитера, а кометы образовались во внешней части Солнечной системы – за орбитами Урана и Нептуна, через которые проходила граница прогрева протопланетного облака.

Вблизи Солнца при высоких температурах конденсации первичного вещества протопланетной туманности ледяная и газовая компоненты (прежде всего водород, гелий) были потеряны, поэтому сформировавшиеся здесь планеты земной группы состоят преимущественно из тяжелых (скальных) пород. В составе же далеких планет, начиная с Юпитера, сохранились тяжелая, а также ледяная и газовая компоненты. Наиболее массивные планеты, Юпитер и Сатурн, удержали большие количества водорода и гелия, в то время как более удаленные от Солнца Уран и Нептун формировались при очень низких температурах конденсации, в основном из льдов (примерно на 80-90%).

Верхний предел для общей массы малых планет кольца астероидов оценивается в 1/1000 массы Земли. Космогонически оправдано в настоящее время рассмотрение современного кольца астероидов как остатков некогда существовавшей более равномерно заполнявшей пространство популяции планетезималей, уцелевших после "чистки" этой популяции большими планетами Солнечной системы и прежде всего Юпитером за счет гравитационных резонансных возмущений. Эксцентриситеты орбит у большинства астероидов составляют 0,1-0,2, но в отдельных случаях достигают 0,8. Благодаря этому некоторые астероиды проникают внутрь орбит Марса и Земли. А вот астероид Икар в перигелии оказывается в два раза ближе к Солнцу, чем Меркурий, за что и получил свое имя.

На орбите Юпитера, в окрестности лагранжевых устойчивых точек либрации ("качания"), было обнаружено несколько десятков астероидов. Точки либрации располагаются так, что образуют с Солнцем и Юпитером равносторонние треугольники. "Греки" опережают Юпитер в его движении вокруг Солнца примерно на 60°, а "троянцы" располагаются на таком же угловом расстоянии позади него. Эти астероиды почти не испытывают возмущающего гравитационного влияния Юпитера. Их орбиты лишь медленно раскачиваются с незначительными амплитудами (за счет возмущений от Сатурна членство астероидов среди "троянцев" и "греков", по-видимому, не постоянно).

Возможно, что "троянскими астероидами" Нептуна являются четыре объекта астероидного типа диаметром около 100 км, обнаруженные в конце 1993 г. за орбитой Нептуна, на расстоянии 32-35 а.е. от Солнца. Не исключено, что на самом деле это семейство более многочисленно. Малые тела могут сопровождать Ве-

неру, Марс и Землю. "Троянец" странной природы, быть может, имеется у Луны. Он движется в 60° позади Луны по ее орбите и представляет собой скорее сгущение пыли, чем твердое тело ("облако Кордылевского").

За всю историю человеческой цивилизации уже наблюдалось около 2000 кометных появлений. Но почти для половины из них нет сведений о точных положениях комет (хотя бы в три различных момента времени). Поэтому отсутствует какая-либо определенная информация об их орбитах. Ежегодно открывают около сотни комет, а тысячи, вероятно, остаются необнаруженными. Элементы орбит определены у менее 1000 комет.

Образование тел кометных размеров происходило на периферии планетной системы путем гравитационной неустойчивости в пылевом субдиске, который фрагментировал на множество пылевых сгущений. Обладая бо́льшими сечениями столкновений, сгущения росли значительно быстрее частиц и в итоге превратились в тела километровых размеров (ядра комет). В настоящее время большинство комет непосредственно примыкает к пограничной области Солнечной системы ($a \propto 100000$ а.е.). Значительно ближе к Солнцу – с афелиями, располагающимися между орбитами Юпитера и Нептуна, – находится лишь несколько семейств комет.

ОРБИТАЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ КОМЕТ

Кометы в зависимости от возраста (числа прохождения кометами своего перигелия), а также удаленности их перигелиев от Солнца и размеров ядер подразделяются на активные, спящие и угасшие. Не исключено, что к числу последних относится значительная часть астероидов из групп Аполлона ($a \geqslant 1$ а.е.; $q = a(1 - e) \leqslant 1{,}02$ а.е.) и Амура ($a \geqslant 1$ а.е.; $1{,}02$ а.е. $< q < 1{,}33$ а.е.).

По типам орбит кометы принято подразделять на короткопериодические, с периодом обращения $T < 100$ лет (основу составляет семейство комет Юпитера, $T < 20$ лет) и долгопериодические – $T > 100$ лет.

Предполагается, что на дальних окраинах Солнечной системы расположены две зоны повышенной концентрации кометных ядер. Первая – сферическое облако Хиллса с большими полуосями орбит его членов $1000 < a < 20000$ а.е. Вторая – квазисферическое облако Оорта ($20000 \leqslant a \leqslant 100000$ а.е.). Облако Хиллса состоит из комет, сформировавшихся в уран-нептуновой области протосолнечной системы и мигрирующих затем на периферию Солнечной системы под действием растущих протопланет. Число кометных ядер в облаке Хиллса ~ 10^{13}–10^{14}. Масса его может превышать на два порядка суммарную массу тел облака Оорта. Последнее образовано из планетезималей, выброшенных под влиянием гравитационных возмущений из области планет-гигантов. Образно говоря, облако Оорта представляет собой лишь слабый ореол – гало, который окружает намного более вместительное хранилище комет – банк Хиллса. Гравитационные возмущения от Юпитера и Сатурна преимущественно должны были удалять планетезимали за пределы Солнечной системы, в то время как Уран и Нептун вызывали миграцию планетезималей в пояс Койпера и облака Хиллса, Оорта.

Долгопериодические кометы – выходцы из внешнего облака Оорта. Из некоторых модельных оценок следует, что за время существования Солнечной системы примерно половина комет из облака Оорта была потеряна. Современный поток новых комет, достигающий ближайших окрестностей Солнца (~ 10 ÷ 30 а.е.), составляет 5 ÷ 10 комет в год. Отток комет из облака Оорта компенсируется притоком их из более плотного внутреннего сферического облака.

Кометы не способны вырваться из облака Хиллса и направиться во внутренние области Солнечной системы. Внутренний "банк комет" более жестко связан с Солнцем и потому устойчивее к внешним возмущениям. Значительный вклад банка Хиллса в потоки новых кометных ядер в облако Оорта, а оттуда в глубины

Солнечной системы происходит лишь при особенно тесных сближениях Солнца со звездами или массивными молекулярными межзвездными облаками, находящимися вблизи галактической плоскости (раз в десятки миллионов лет). Тогда возможны "кометные ливни", с которыми может быть связано вымирание некоторых биологических видов и возникновение значительного числа кратеров на Земле (Б.Р. Мушаилов, Астрономический календарь АГО, 1997).

Среднее время дрейфа комет из облака Оорта к Солнцу составляет несколько миллионов лет. Почти половина из них затем покидает Солнечную систему, а остальные трансформируются в периодические кометы. Максимальная потеря массы у наиболее ярких комет вблизи перигелия достигает 0,1–0,5%, поэтому кометы, часто проходящие вблизи Солнца, существуют недолго. Они могут полностью "рассыпаться", превратившись в метеорный поток. Но возможен и другой вариант: после многократных прохождений вблизи Солнца, за счет постепенного утолщения (упрочнения) внешней оболочки ее ядра (или пылевой мантии) возможна ее эволюция в "астероидальное тело". Это вызывает увеличение времени "кометной жизни".

У комет с перигелийным расстоянием $q < 1{,}5$ а.е. уменьшение блеска за один оборот составляет в среднем около $0{,}01^m$, а у комет с $q \geqslant 1{,}5$ а.е. оно достигает ~ $0{,}04^m$. Подобное изменение блеска сопровождается неупорядоченными вариациями, но основная тенденция сохраняется, и типичное время жизни кометы – от нескольких сот до тысяч прохождений вблизи Солнца.

Но кометы могут "жить" и меньше, если вследствие внутренних напряжений из-за тепловых деформаций или приливного воздействия (Солнца или планет) их ядра разрушатся. Это произошло, например, с кометами Брукса, Веста, Шумейкеров–Леви 9. Разрушают кометные ядра и столкновения с другими небесными объектами – метеороидами, астероидами. Катастрофическое разрушение ядра приводит к заметному ослаблению блеска, а затем и к исчезновению комет.

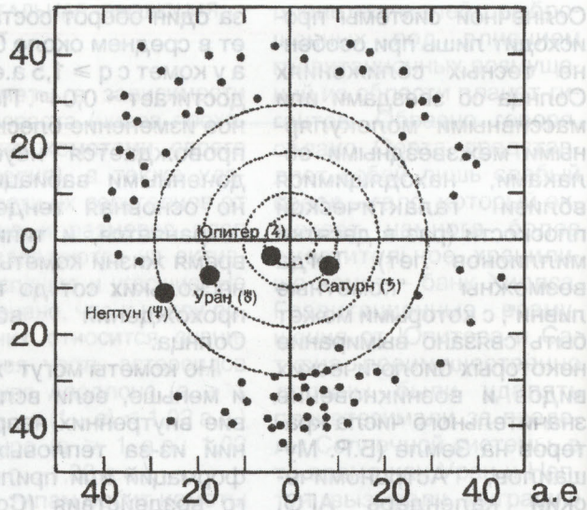
Существование групп комет, обладающих близкими элементами орбит, может свидетельствовать о том, что эти группы образовались в результате распада одной кометы. Так, группа из девяти комет с малыми перигелиями орбит составляет семейство комет Крейца, связанных, по-видимому, общностью происхождения из одного массивного ядра (или двух столкнувшихся ядер комет) кометы-родоначальницы, распавшейся при прохождении через перигелий.

Периодическая комета Биелы (1846 II) разделилась на две части в середине января 1846 г. При этом каждая из компонент попеременно оказывалась ярче другой. В 1992 г. комета Шумейкеров–Леви 9 имела неосторожность сблизиться с Юпитером. В результате мощные гравитационные объятия Юпитера разнесли ядро кометы на 22 фрагмента. Летом 1994 г. они вонзились в атмосферу Юпитера, образовав гигантские вихревые образования, сравнимые по размерам с Землей (Земля и Вселенная, 1996, № 1).

Ядро кометы Галлея при прохождении перигелия в 1986 г., по-видимому столкнувшись с небольшим метеоритом, выбросило пылевое облако, растянувшееся на сотни тысяч километров. Блеск короткопериодической кометы Туттля–Джакобини–Кресака за два дня до прохождения через перигелий в 1973 г. внезапно увеличился почти на 10 звездных величин (в 10 тыс. раз)! Затем в течение месяца уменьшался, но 6 июля 1973 г. произошла повторная сильная вспышка. Указанные изменения блеска, очевидно, были вызваны столкновением ядра кометы с исключительно мощными потоками корпускулярного солнечного излучения или небольшими метеоритами. У кометы Швассмана–Вахмана I тоже наблюдались значительные резкие увеличения блеска (~ в 250 раз).

Исследование орбит свидетельствует о том,

Расположение объектов пояса Койпера в проекции на плоскость эклиптики (по состояниию на январь 1999 г.)



что подавляющее число комет до вхождения во внутренние области Солнечной системы имели эллиптические орбиты. Характерной особенностью является отсутствие комет с резко выраженными гиперболическими орбитами, т.е. с эксцентриситетами, существенно превышающими единицу. Если бы кометы проникали в Солнечную систему из межзвездного пространства, то среди них встречались бы кометы, обладающие на момент входа скоростями, сопоставимыми со скоростью движения Солнечной системы относительно близких звезд (примерно 20 км/с). Однако подобные кометы не обнаружены (расчетные скорости входа в Солнечную систему у комет с эксцентриситетами орбит, большими единицы, не превышают 1 км/с). Отсюда следует, что кометы – члены Солнечной системы, и образовались они совместно с остальными ее телами.

Большая часть короткопериодических комет с малыми углами наклона к плоскости эклиптики образовалась в поясе Койпера, располагающемся на расстоянии ~ 35 ÷ 85 а.е. от Солнца (Земля и Вселенная, 1997, № 6; 1999, № 2). Суммарная масса тел этого пояса сопоставима с массой Земли. В настоящее время обнаружено более 100 объектов пояса Койпера (большие полуоси их орбит 35 – 48 а.е.). Эксцентриситеты орбит преимущественно малы. Диаметры этих тел 100 ÷ 300 км, но из некоторых оценок следует, что диаметры наибольших объектов пояса Койпера могут достигать 1000 км.

Отдельные тела пояса Койпера за время существования Солнечной системы могли мигрировать к орбите Нептуна и далее к Солнцу за счет гравитационного влияния наиболее крупных тел занептунного пояса и влияния планет-гигантов. Конкретные оценки масс мигрирующего к Земле вещества зависят от распределения тел этого пояса по массам и элементам орбит, которое в настоящее время неизвестно.

Первый объект пояса Койпера был обнаружен в 1977 г. между орбитами Юпитера и Урана. Он сначала рассматривался как астероид № 2060 Хирон (диаметр D = 170 км, элементы орбиты a = 13,6 а.е., e = 0,38, i = 6,°9.) В 1988 г. Хирон неожиданно проявил "кометную активность": наблюдались значительные спорадические изменения яркости, проявились кома и хвост. По размеру и массе ядра Хирон значительно (на несколько порядков) превосходит известные ранее кометы (Земля и Вселенная, 1990, № 3; 1991, № 5).

Наименее массивные объекты (кометные ядра) пояса Койпера способны мигрировать существенно ближе к Солнцу, нежели более массивные тела этого пояса. Именно поэтому у крупных ядер комет перигелии орбит располагаются за орбитой Юпитера.

Так как условия (поверхностная плотность газа и частиц, параметры турбулентных движений и т.п.) для возникновения в поясе Койпера самогравитирующих сгустков твердых тел в результате гравитационной неустойчивости существенно не отличались от условий в области Урана-Нептуна, то объекты в поясе Койпера формировались как непосредственно в поясе, так и попали в него за счет миграции планетезималей из зон Урана-Нептуна.

Помимо Хирона с 1992 г. между орбитами Юпитера и Нептуна были обнаружены еще 7 объектов, большие полуоси орбит которых находятся в пределах от 8 до 25 а.е., а эксцентриситеты – от 0,16 до 0,62. Значительные эксцентриситеты орбит (0,62, 0,57 и 0,52) у объектов № 8405 (1995 GO), № 5145 Фолус и № 7066 Нессус (a = 18,0, 20,2 и 24,5 а.е.). Они отличаются от Хирона красным цветом, несвойственным льдам, известным породам и минералам (Земля и Вселенная, 1999, № 1). Их отражательная способность в области 0,5-1 мкм резко растет с увеличением длины волны. Тем не менее заметное различие физических свойств поверхностей Хирона и указанных тел не означает, что они образовались в различных условиях, а свидетельствует лишь о том, что они подверглись внешним воздействиям неодинаково. Сформировавшись в поясе Койпера из малых частиц, близких по составу к межзвездной пыли, включая твердые и органические вещества, или попав сюда из области Урана-Нептуна, эти объекты, по сути, "большие планетезимали". Хирон приближался к Солнцу на более близкое расстояние, его поверхность, возможно под действием ультрафиолетового облучения Солнца, приобрела серый цвет. Фолус, Нессус и 1995 GO покинули пояс Койпера значительно позже и располагались дальше от Солнца, поэтому их поверхности подобной переработке не были подвергнуты.

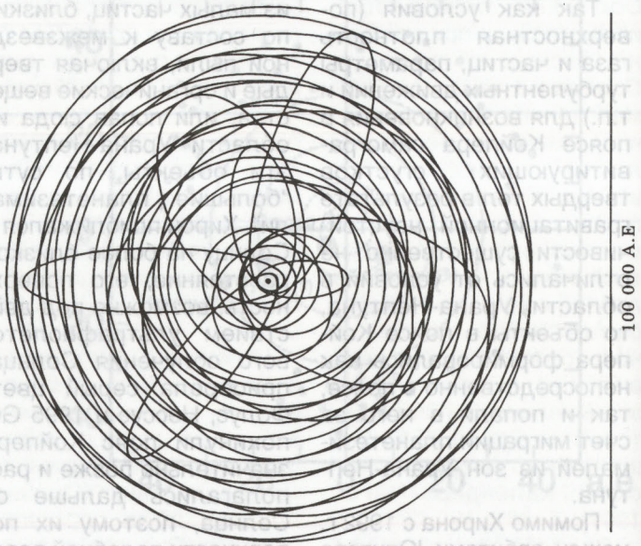
Во внутренней части пояса Койпера значительную роль играют резонансы средних движений тел с Нептуном. Занептунные объекты способны существовать сколько-нибудь длительное время, если элементы их орбит соответствуют областям устойчивых движений при отсутствии сближений с возмущающим телом (Нептуном). В резонансных зонах либрационные орбиты оказываются близкими к устойчивому стационарному решению, что и обеспечивает их "выживание". Несмотря на вековые возмущения от планет-гигантов Урана, Сатурна, Юпитера и взаимное гравитационное воздействие занептунных тел, эти тела могут быть захвачены Нептуном в орбитальный резонанс и существовать длительное время. Плутон также связан орбитальным резонансом с Нептуном. Большинство наблюдаемых в поясе Койпера объектов устойчивы со времени образования пояса. В настоящее время обнаружено уже около 50 объектов, размером примерно в 100 км, названных **плутино**, с большими полуосями орбит a ~ 40 а.е., как у Плутона, также движущихся в орбитальной соизмеримости с Нептуном в отношении 2:3. Предполагается, что подобных объектов насчитывается несколько тысяч (Земля и Вселенная, 1999, № 5).

ДИНАМИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ АСТЕРОИДОВ

Значительная часть астероидов основного пояса движутся по устойчивым орбитам, которые мало изменились за последние ~ 4,5 млрд лет. Это уникальные протяженные объекты, представляющие собой сохранившуюся до наших дней популяцию планетезималей. Вещество астероидов избежало планетной дифференциации и сохранило информацию о физико-химических процессах, протекавших во время доаккреционного и раннего постаккреционного периодов истории Солнечной системы.

Многие астероиды приближаются довольно близко к массивному Юпитеру, а также к другим большим планетам, в частности к Марсу и Земле. При этом их орбиты испытывают значительные возмущения. Так, ас-

Схематическое изображение орбит комет в облаке Оорта. "Точка" в центре соответствует орбите Плутона

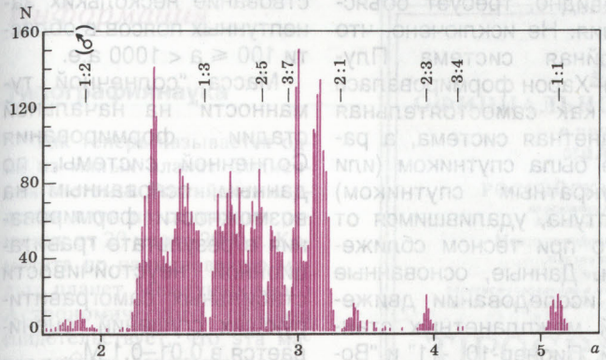


тероиды Юнона и Паллада могут сближаться с Юпитером до расстояния ~ 2 а.е. Возникающие в связи с этим возмущения орбит даже за сравнительно короткое время (~ 1 год) исчисляются десятками минут или даже градусами.

Пространственные орбиты астероидов представляют собой незамкнутые эллиптически подобные витки. Перигелий и афелий орбиты то приближаются к Солнцу, то удаляются от него. Периоды таких колебаний – тысячи или десятки тысяч лет. Амплитуды колебаний эксцентриситета и наклона орбиты намного значительнее амплитуды колебаний большой полуоси. Орбита астероида вращается так, что нормаль к ее плоскости описывает конус, а линия узлов вращается в плоскости эклиптики с примерно постоянной скоростью. Аналог этому явлению – прецессия земной оси. Планетные возмущения приводят к непрерывному перемешиванию орбит астероидов, а следовательно, и к их столкновениям. Астероиды с диаметрами D > 100 км устойчивы при таких столкновениях. Мелкие астероиды могут быть продуктами дроблений более крупных тел.

Д. Кирквуд еще в 1866 г. обнаружил факт "избегания" астероидами орбит, для которых период их обращений вокруг Солнца кратен периоду обращения Юпитера. В распределении астероидов по большим полуосям это проявляется в виде своеобразных "областей разрежений", названных люками. Они разбивают кольцо астероидов на ряд более мелких колец.

Наиболее заметные люки соответствуют соизмеримостям 1:2, 1:3, 2:5 с Юпитером, а также 1:2 с Марсом. Для астероидов, находящихся в орбитальном резонансе с Юпитером (или Марсом), взаимное их расположение по истечении определенного числа оборотов повторяется, а следовательно, повторяется и характер возмущающих воздействий на орбиты астероидов. Это, в конечном итоге, приводит к резкому усилению амплитуды резонансного эффекта. В результате, с одной стороны, значительно возрастает вероятность столкновений между астероидами (в случае их высокой начальной плотности), а с другой – происходит "расплывание" начального "пучка орбит" астероидов за счет резкого увеличения их эксцентриситетов в зоне соизмеримости. В резонансных зонах, ввиду высокой вероятности взаимных столкновений, астероиды "живут" меньше, что и определяет их относительно малое число. Но, благодаря особому (либрационному) характеру движений, им удается избежать тесных сближений с большими планетами (прежде всего с Юпитером). За пределами кольца астероидов, где особенно сильно проявляются планетные возмущения, наблюдаются лишь отдельные группы либрационных астероидов и совсем уж одинокие нерезонансные малые планеты.



Распределение малых планет в зависимости от их среднего расстояния от Солнца. По вертикали приведено число астероидов, по горизонтали – большая полуось орбиты, выраженная в астрономических единицах

Более половины из известных астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), с перигелиями орбит q < < 1,33 а.е. пересекают орбиту Земли. Большая часть АСЗ, мигрирующих из астероидного пояса, в значительной степени является продуктом высокоскоростных столкновений. Число астероидов, пересекающих орбиту Земли (АПОЗ), с диаметром D ⩾ 1 км оценивается в N ≈ 500. Среднее время до столкновения АПОЗ составляет ≈ 50 млн лет. Вероятность перехода АСЗ на гиперболическую орбиту на порядок больше вероятности его столкновения с Землей. Падение на Землю астероида диаметром около 1 км может происходить чаще, чем раз в 100 тыс. лет. Перигелии или афелии орбит тел, сталкивающихся с Землей, в основном располагаются вблизи ее орбиты (Земля и Вселенная, 2000, № 3).

В настоящее время известно около 10 АСЗ с диаметром D ⩾ 5 км. Такие небесные тела могут сталкиваться с Землей не реже, чем раз в 20 млн лет. Для крупнейшего представителя "семейства астероидов", сближающихся с земной орбитой, 40-км Ганимеда, вероятность столкновения с Землей в ближайшие 20 млн лет не превышает 0,0005%. Вероятность же столкновения с Землей 20-км астероида Эрос за тот же период оценивается примерно в 2,5%.

Больше шансов встретиться с Землей у мелких небесных тел. Среди метеороидов, орбиты которых в результате долгопериодических возмущений планет могут пересекать орбиту Земли, имеется не менее 200 тыс. объектов с D ⩾ 100 м. Планета Земля сталкивается с подобными телами примерно раз в 5 тыс. лет, при этом на Земле образуется кратер поперечником более 1 км.

Вероятность столкновения Земли с кометой (ее ядром) в среднем оценивается как одно событие в 100 млн лет. Не исключена, как уже отмечалось, и возможность "кометного ливня", когда в отдельные периоды времени интенсивность выпадения на Землю комет может значительно возрастать (одна комета – в несколько тысяч лет). В настоящее время существуют весомые основания считать, что "Тунгусский метеорит" – это осколок кометы Энке (Земля и Вселенная, 1979, № 4).

"КЕНТАВРЫ" И ПРОБЛЕМА СКРЫТОЙ МАССЫ

Прекращение со временем активности комет вследствие постепенного экранирования поверхности ядер пылевым слоем, крупными гранулами и органикой порождает проблему "кентавров" – угасших комет, или "астероидов кометного происхождения" (Земля и Вселенная, 1998, № 2).

Истечение газа и пыли в результате "испарения" ледяного ядра вызывает негравитационные возмущения в движении кометы. Это обусловливает, в свою очередь, возможность значительных изменений кометных орбит и, прежде всего, их афелийных расстояний. При этом комета может перейти на орбиту с меньшей большой полуосью и за счет возрастания инсоляции и роста приливных воздействий ядро кометы способно "сбросить" поверхностную корковую оболочку и реактивироваться. Указанный

сценарий может повторяться вплоть до полного исчезновения (или изоляции) летучих компонентов или дезинтеграции ядра. Однако нельзя исключить возможность продолжения очень слабой дегазации ядра, не создающей видимой комы, на протяжении еще многих сотен оборотов после прекращения основной фазы активности кометы. На это указывает чрезвычайно слабая атмосфера у некоторых "астероидов", испытавших подобную эволюцию.

Подтверждением возможности эволюции комет в "астероидальные тела" и их последующей реактивизации служит астероид 3200 Фаэтон, с которым связан известный метеорный поток Геминид, очевидно порожденный им как кометой. Имеются и другие успешные попытки установления взаимосвязи между объектами, обнаруженными как астероиды, и метеорными потоками.

По своему внутреннему строению и физико-химическому составу "угасшие кометы", претерпевшие сильную модификацию поверхности и, частично, внутренней структуры, но сохранившие определенную фракцию льда, образуют особый класс объектов. Их поверхностные слои представляют значительный интерес для понимания процесса переработки вещества под длительным действием различных космических факторов.

Резкий обрыв планетной системы сразу за планетой-гигантом Нептуном, очевидно, требует объяснения. Не исключено, что двойная система Плутон–Харон формировалась не как самостоятельная планетная система, а ранее была спутником (или двукратным спутником) Нептуна, удалившимся от него при тесном сближении. Данные, основанные на исследовании движений межпланетных станций "Пионер-10, -11" и "Вояджер-1, -2", исключают существование во внешней части Солнечной системы десятой планеты с массой порядка массы Юпитера. Однако возможно существование десятой планеты (или большего числа планет) с массой, сопоставимой с массой Земли.

Численное моделирование, проведенное М. Дунканом и др., свидетельствует о том, что подавляющее число комет с начальными большими полуосями $a \approx 100$ а.е. не эволюционирует в сторону уменьшения больших полуосей орбит, что указывает на ненаблюдаемость в настоящее время значительного числа комет. Часть комет существенно теряют блеск уже после первого прохождения Солнца и более не наблюдаются. Общая масса кометного вещества может на порядок превышать массу Земли. Масса планетезималей в зонах Урана-Нептуна оценивается величиной порядка 100 масс Земли.

Большая часть тел пояса Койпера еще недоступна наблюдениям. Количество этих объектов может составлять ~ 10^5. Более того, не исключено существование нескольких занептунных поясов в области $100 \leqslant a < 1000$ а.е.

Масса "солнечной туманности" на начальной стадии формирования Солнечной системы, по данным, основанным на возможности формирования в результате гравитационной неустойчивости стабильных самогравитирующих сгущений, оценивается в 0,01–0,1 $M_\odot$.

Верхняя оценка величины и распределения "скрытой массы" в Солнечной системе может быть получена из сопоставления параметров цикла солнечной активности с полным внешним приливным динамическим воздействием на Солнце (его атмосферу) тел Солнечной системы, включая и пока не обнаруженные. Дело в том, что изменения во времени основных характеристик Солнечного цикла (амплитуда, фаза – широта) коррелируют с вариациями полной приливной силы, содержащей и возмущения, обусловленные воздействием N гравитационно активных тел.

Следует ожидать, что уже в начале XXI в. интенсивное развитие наблюдательной астрономии (введение в строй крупнейших телескопов, применение адаптивной оптики, освоение инфракрасного диапазона и т.п.) может привести к непосредственному обнаружению в Солнечной системе новых "слабых объектов" (~ 30^m), в частности из поясов Койпера, облаков Хиллса, Оорта, "реликтовых планетезималей" и т.п.

Информация

Типографиянаука

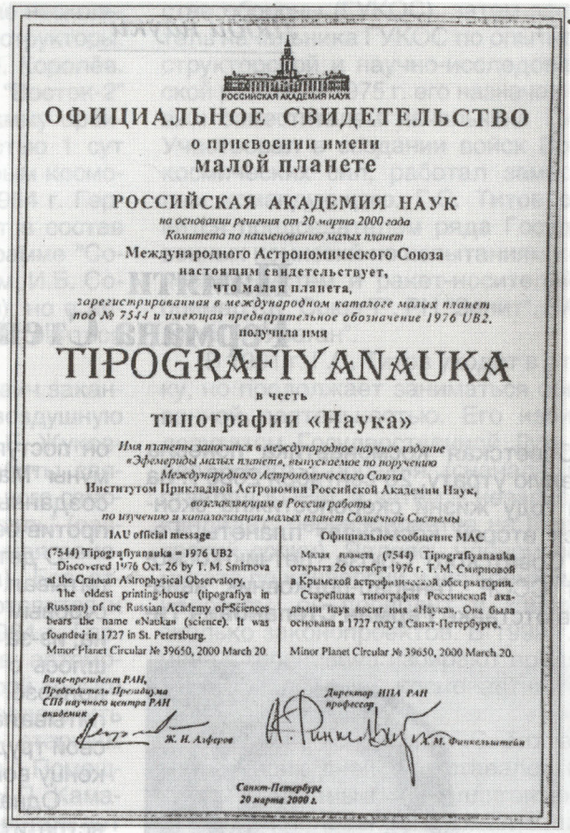
Так теперь называется одна из малых планет Солнечной системы. Российская академия наук на основании решения от 20 марта 2000 г. Комитета по наименованию малых планет Международного Астрономического Союза свидетельствует, что эта малая планета, зарегистрированная в международном каталоге малых планет под № 7544 и имеющая предварительное обозначение 1976 UB2, получила имя в честь типографии "Наука".

Малая планета (7544) Типографиянаука открыта 26 октября 1976 г. Т.М. Смирновой в Крымской астрофизической обсерватории. Старейшая типография Российской академии наук носит имя "Наука". Она была основана в 1727 году в Санкт-Петербурге.

Основные сведения о малой планете Типографиянаука:

– наклон орбиты – 0,97°
– эксцентриситет – 0,038
– среднее движение – 0,1993 град/сут
– большая полуось – 2,9026 а.е.
– абсолютная звездная величина – $12{,}3^m$
– диаметр – 12 км
– среднее расстояние от Солнца – 434 млн км
– минимальное расстояние от Земли – 268 млн км.

"Официальное свидетельство" подписали вице-президент РАН, Председатель Президиума СПб научного центра РАН академик Ж.И. Алферов и директор ИПА РАН профессор А.М. Финкельштейн.



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ОФИЦИАЛЬНОЕ СВИДЕТЕЛЬСТВО
о присвоении имени
малой планете

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
на основании решения от 20 марта 2000 года
Комитета по наименованию малых планет
Международного Астрономического Союза
настоящим свидетельствует,
что малая планета,
зарегистрированная в международном каталоге малых планет
под № 7544 и имеющая предварительное обозначение 1976 UB2,
получила имя

TIPOGRAFIYANAUKA

в честь
типографии «Наука»

Имя планеты заносится в международное научное издание
«Эфемериды малых планет», выпускаемое по поручению
Международного Астрономического Союза
Институтом Прикладной Астрономии Российской Академии Наук,
возглавляющим в России работы
по изучению и каталогизации малых планет Солнечной Системы

IAU official message

(7544) Tipografiyanauka = 1976 UB2
Discovered 1976 Oct. 26 by T. M. Smirnova at the Crimean Astrophysical Observatory.
The oldest printing-house (tipografiya in Russian) of the Russian Academy of Sciences bears the name «Natka» (science). It was founded in 1727 in St. Petersburg.
Minor Planet Circular № 39650, 2000 March 20

Официальное сообщение МАС

Малая планета (7544) Tipografiyanauka открыта 26 октября 1976 г. Т. М. Смирновой в Крымской астрофизической обсерватории.
Старейшая типография Российской академии наук носит имя «Наука». Она была основана в 1727 году в Санкт-Петербурге.
Minor Planet Circular № 39650, 2000 March 20.

Вице-президент РАН,
Председатель Президиума
СПб научного центра РАН
академик
Ж. И. Алферов

Директор ИПА РАН
профессор
А. М. Финкельштейн

Санкт-Петербург
20 марта 2000 г.

Информация

Реорганизация китайской астрономии

Академия наук КНР в рамках "Программы обновления познания" приняла решение о реорганизации астрономических исследований в стране. Создается Национальный центр астрономических обсерваторий, в который войдут четыре обсерватории – Пекинская, Шанхайская, Нанкинская и Юньнанская, три станции наблюдений спутников и два будущих телескопа. Центр будет распределять время работы на крупнейших телескопах страны. Это 2,16-м телескоп обсерватории Синлун, два 25-м радиотелескопа.

Создается сеть из 35 исследовательских групп, проводящих работы в приоритетных направлениях. Устанавливается соревновательный процесс финансирования работ. Ассигнования увеличатся вдвое (до 6 млн долларов США в год), а численность сотрудников, наоборот, уменьшится втрое (до 406 человек).

Science, 1999, **284**, *1094*

Памяти Германа Степановича Титова

Советская космонавтика понесла тяжелую утрату. 20 сентября 2000 г. на 66-м году жизни скоропостижно скончался второй космонавт планеты, Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, генерал-полковник авиации в отставке **Герман Степанович Титов**.

Герман Степанович родился 11 сентября 1935 г. в с. Верхнее Жилино на Алтае в семье крестьян. Его отец работал учителем средней школы. В 1943 г. он поступает в начальную школу коммуны "Майское утро", одной из первых, созданных партизанами для борьбы против белогвардейцев.

С детства Герман закалялся и воспитывал в себе силу воли, готовясь к суровым будням жизни. Началась война, из-за нехватки рабочих рук ему пришлось с семи лет трудиться в родном колхозе. Работа в поле и на ферме воспитывала в нем ответственность за свой труд. Хотел попасть на фронт, но к концу войны ему было всего 9 лет.

Однажды Герману посчастливилось встретиться в пионерском лагере с известным летчиком, героем войны А.И. Покрышкиным. Встреча определила жизненный выбор Германа – он твердо решил посвятить себя авиации. Окончив среднюю школу в 1953 г., Герман стал готовиться к опасной и очень интересной профессии летчика. В 1957 г. закончил с отличием Сталинградское военное авиационное училище, освоил четыре типа самолетов, в том числе сверхзвуковые, затем служил в авиационных частях Ленинградского военного округа.

В 1959 г. начался отбор в первую группу советских космонавтов. Герман Степанович успешно проходит медкомиссию и становится космонавтом "гагаринского" набора.

Г.С. Титов сначала был дублером первого космонавта планеты Ю.А. Гагарина, а потом начал подготовку к более сложному полету. При обсуждении программы своего полета он высказывался в пользу суточного полета, а не нескольких часов, как предлагали конструкторы. Его поддержал академик С.П. Королёв. 6-7 августа 1961 г. на КК "Восток-2" Г.С. Титов, выполнив программу орбитального полета длительностью 1 сут 01 ч 11 мин, становится вторым космонавтом планеты. В январе 1964 г. Германа Степановича включают в состав четвертого экипажа по программе "Союз" (вместе с В.А. Шаталовым, И.Б. Соловьевой и В.М. Жолобовым), но в апреле того же года поручают готовиться к полету на КК "Восход".

В 1968 г. Герман Степанович заканчивает с отличием Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского. Тема его дипломной работы, связанная с концепцией орбитального самолета, созвучна проекту "Спираль" (разрабатываемая с 1965 г. военная авиационно-космическая система). Без отрыва от учебы Г.С. Титов готовится к полетам в космос. В июне 1964 г. Герман Степанович попадает в автомобильную аварию, после которой только в январе 1966 г. он смог продолжить тренировки. Его назначают старшим группы по программе "Спираль". Помощник главкома ВВС генерал Н.П. Каманин в апреле того же года предлагает Г.С. Титову стать заместителем командира отряда. В этой должности он работал до 1970 г. Герман Степанович заканчивает Ахтубинскую школу летчиков-испытателей, ему присваивается почетное звание "летчик-испытатель 3-го класса". Много и с увлечением летает, принимает участие в испытаниях нескольких типов самолетов. После закрытия программы "Спираль" (1970 г.) Г.С. Титов уходит из отряда космонавтов, учится в Военной академии Генерального штаба и оканчивает ее с отличием в 1972 г., защищает докторскую диссертацию, посвященную военным проблемам космонавтики.

С 1973 г. Герман Степанович – заместитель начальника командно-измерительного комплекса Главного управления космических средств Министерства обороны (ГУКОС), затем заместитель начальника ГУКОС по опытно-конструкторской и научно-исследовательской работе. В 1975 г. его назначают первым заместителем начальника ГУКОС. Участвовал в создании войск Военно-космических сил, работал заместителем командующего. Г.С. Титов становится председателем ряда Государственных комиссий по испытаниям космических систем и ракет-носителей, например КК "Союз Т", РН "Зенит", КА "Целина" и "Ураган".

В 1991 г. Г.С. Титов уходит в отставку, но продолжает заниматься общественной деятельностью. Его избирают депутатом Государственной Думы Федерального Собрания (сначала представлял КПРФ, а затем – независимый кандидат, переизбирается на второй и третий сроки). Являясь членом подкомитета по конверсии и наукоемким технологиям, он проводит в жизнь несколько законопроектов. В 1999 г. Германа Степановича избирают председателем Федерации космонавтики России.

Слава не испортила Г.С. Титова. До конца своих дней он оставался порядочным, честным, интеллигентным и открытым человеком. Герман Степанович не смог смириться с распадом СССР, глубоко переживал недостаточное внимание к ракетно-космической отрасли. Хотел дожить до проведения марсианской экспедиции и совершить второй космический полет в 77 лет, как первый американский астронавт Джон Гленн.

Г.С. Титов удостоен звания Героя Советского Союза, он Герой Вьетнама, Монголии и Болгарии, награжден многими орденами и медалями, в том числе иностранными. Его именем назван кратер на Луне. В апреле 2000 г. В.В. Путин вручил Г.С. Титову грамоту Президента России.

Светлая память о Германе Степановиче Титове навсегда сохранится в сердцах не только хорошо знавших его, но и многих людей нашей планеты.

Глеб Евгеньевич Лозино-Лозинский

(к 90-летию со дня рождения)

С именем выдающегося российского авиаконструктора Глеба Евгеньевича Лозино-Лозинского связано становление авиационно-космической техники страны – от дозвуковых истребителей МиГ с поршневыми двигателями до гиперзвуковых скоростей орбитальных космических самолетов с ракетными двигателями.

Главный конструктор аэрокосмических систем Г.Е. Лозино-Лозинский

Г.Е. Лозинский родился 25 декабря 1909 г. в Киеве. В январе 1930 г. Глеб Евгеньевич окончил Харьковский технологический институт и был направлен на Харьковский газогенераторный завод. С 1932 г. работал в Харьковском авиационном институте, участвовал в разработке паротурбинной двигательной установки для тяжелого бомбардировщика АНТ-16 (ТБ-4) А.Н. Туполева. Незадолго до войны работал в киевском авиационном ОКБ-483 В.К. Таирова.

С июля 1941 г. Г.Е. Лозино-Лозинский работал в авиационном ОКБ А.И. Микояна и М.И. Гуревича. Участвовал в создании всех истребителей МиГ как специалист по двигателям. Все силовые установки знаменитых самолетов на базе турбореактивных двигателей (ТРД) с форсажными камерами, а в дальнейшем и со сверхзвуковыми воздухозаборниками, создавались под руководством Г.Е. Лозино-Лозинского. В 1943-45 гг. он создает силовую установку с поршневым двигателем и форсажной камерой в системе охлаждения водяного радиатора с помощью вентилятора с приводом от основного двигателя. Скорость самолета-истребителя И-250 возросла до 820 км/ч. Эта работа ознаменовала переход к строительству реактивных истребителей.

В феврале 1945 г. ОКБ А.И. Микояна, переключившись на конструирование реактивных самолетов, начало постройку истребителя И-300Ф с двумя ТРД, впоследствии – МиГ-9. В апреле 1946 г. летчик-испытатель А. Гринчик, выполнив на нем первый полет, достиг скорости 911 км/ч на высоте 4500 м. В марте 1947 г. началась разработка истребителя МиГ-15, совершившего первый полет в декабре 1947 г. В феврале 1950 г. на самолете МиГ-17 с двигателем ВК-1, оборудованным форсажной камерой, впервые достигнута скорость звука в горизонтальном полете. Эти испытания ознаменовали успех пионерской разработки Глеба Евгеньевича – созданный под его руководством первый опытный образец работающей на самолете форсажной камеры для двигателя ВК-1 передан в серийное производство. Г.Е. Лозино-Лозинским разработана и внедрена в производство уникальная система автоматического регулирования воздухозаборника по степени сжатия воздуха в компрессоре двигателя.

Начало 60-х гг. отмечено новыми достижениями отечественной авиации на сверхзвуковых самолетах-истребителях МиГ. Создан самолет Е-66 с комбинированной силовой установкой (ТРД + ЖРД), установлены рекорды: скорости полета – 2388 км/ч и высоты – достигнут динамический потолок 34714 м.

Экспериментальный самолет Е-166 с мощным ТРД (конструкции С.К. Туманского) и малой степенью сжатия воздуха достиг максимальной скорости полета 3000 км/ч и высоты подъема 22670 м, устанавливает мировой рекорд скорости по замкнутому маршруту 2884 км/ч (до сих пор этот рекорд не побит). Технические условия на низконапорный высокоскоростной ТРД и уровень его характеристик разрабатывались Г.Е. Лозино-Лозинским совместно с двигателистами. Глебу Евгеньевичу активно помогали созданные им отделы конструкторов, расчетчиков и испытателей по силовым установкам, руководимые В.А. Лавровым, Л.П. Воиновым и Ю.С. Скоровым.

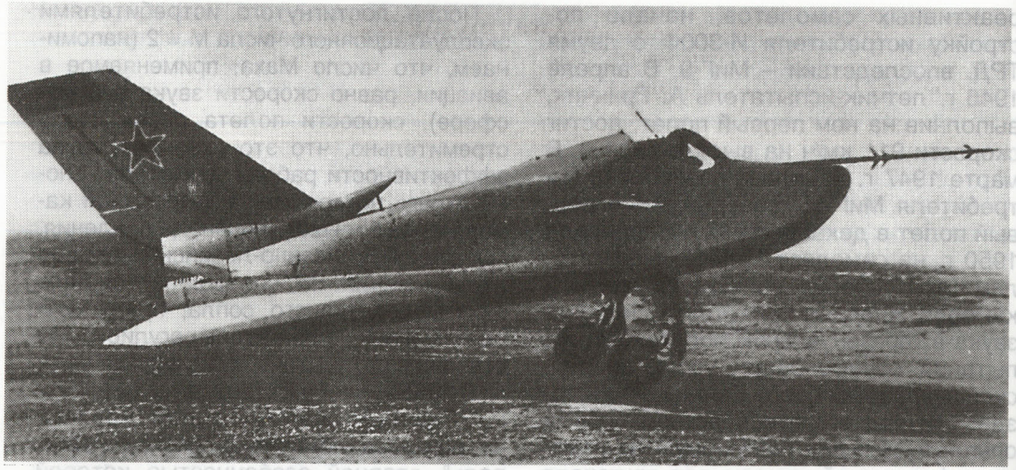
9 июля 1961 г. с аэродрома в Тушино взлетел самолет МиГ-21 с коротким разбегом при помощи двух установленных под фюзеляжем пороховых двигателей (конструкции И.И. Картукова).

После достигнутого истребителями эксплуатационного числа М = 2 (напоминаем, что число Маха, применяемое в авиации, равно скорости звука в атмосфере), скорости полета росли столь стремительно, что это сказывалось на эффективности работы двигателя – повышалась потеря тяги в форсажной камере из-за большого перепада давления. Поэтому Г.Е. Лозино-Лозинский провел исследования по совершенствованию формы реактивного сопла, предусмотрев установку в двигатель регулируемых створок с автоматическим управлением.

В 1965 г. Глеба Евгеньевича назначают Главным конструктором проекта авиационно-космической системы "Спираль", главной особенностью которой был воздушный старт орбитального космического самолета с гиперзвукового самолета-разгонщика. Это задание Глеб Евгеньевич успешно выполнил в течение года, выпустив в 1965 г. эскизный проект. Система состояла из трех блоков: орбитального космического самолета, гиперзвукового самолета-разгонщика с максимальным числом М = 6, снабженного четырьмя ТРД с пароводородной турбиной (конструктор А.М. Люлька) и ракетного ускорителя.

Форма корпуса орбитального космического самолета относилась к типу "несущий корпус" (Земля и Вселенная, 1997, № 2), что выгодно для оптимального конструирования теплозащиты, ее минимальной массы и наименьшего уровня тепловых нагрузок от кинетического нагрева при спуске с орбиты. Были решены проблемы снижения нагрева конструкции нижней поверхности во время полета в атмосфере и ее сочленения с ферменной конструкцией корпуса, его балансировки на непривычно больших углах атаки 45–65° при сходе с орбиты, материалов и технологии.

С академиком С.П. Королёвым в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия") в 1965 г. обсуждался вопрос о запуске на орбиту космического самолета серийной ракетой-носителем. При благоприятных обстоятельствах в 60-х гг. можно было создать орбитальный самолет, тем более что летающая гиперзвуковая модель аппарата (с опытной полосой из



Пилотируемый аналог орбитального космического самолета "Спираль", выполнивший 6 полетов на высоте 5500 м в 1977-78 гг.

ниобия на нижней поверхности корпуса) успешно прошла летные испытания при температуре 1400°С. Разработана компоновка гиперзвукового самолета-разгонщика и проведены исследования его формы в соответствии с требованиями к элементам силовой установки. Ракетный ускоритель обладал уникальными характеристиками: максимальный удельный импульс 500–510 с при использовании трех компонентов гибридного топлива.

Разработка орбитального космического самолета под руководством главного конструктора Г.Е. Лозино-Лозинского была настолько глубокой и детальной, что филиал ОКБ (г. Дубна) смог создать самолет-аналог (изделие 105) для полетов на дозвуковой скорости с двигателем РД-36-35 (конструкции П.А. Колесова) и провести его летные испытания в 1977-78 гг.

Решением Министерства авиационной промышленности работы по проекту "Спираль" прекратили в 1978 г. Опыт разработки такого класса космических аппаратов использован в проекте "Буран", а идеи получили дальнейшее развитие в новых авиационно-космических системах. Проектные характеристики аэрокосмического самолета "Спираль" до сих пор не превзойдены.

В 1972 г. Глеб Евгеньевич назначен главным конструктором нового самолета-истребителя МиГ-31, а в 1975 г. – первым заместителем Генерального конструктора. Новая модификация, разработанная совместно с ОКБ А.И. Микояна на базе самолета МиГ-25 с двухконтурным двигателем конструкции П.А. Соловьева, остается одним из лучших в мире самолетов-перехватчиков.

В феврале 1976 г. Глеб Евгеньевич назначен Генеральным директором и главным конструктором НПО "Молния", специально организованного для создания орбитального космического корабля **"Буран"**. С 1994 г. Г.Е. Лозино-Лозинский – Генеральный конструктор НПО "Молния".

Широкий научно-технический кругозор Генерального конструктора, высокий творческий потенциал коллектива и опыт работ по проекту "Спираль" позволили разработать ряд перспективных направлений развития авиационной и авиационно-космической техники:

– принципиально новое теплозащитное покрытие;

– автоматическая посадка, выполненная впервые в мире;

– самолет-аналог для воздушных испытаний;

– полноразмерный стенд с комплексом оборудования;

– модели орбитального самолета Бор-4 и Бор-5, запущенные в космос;

– наземная экспериментальная база.

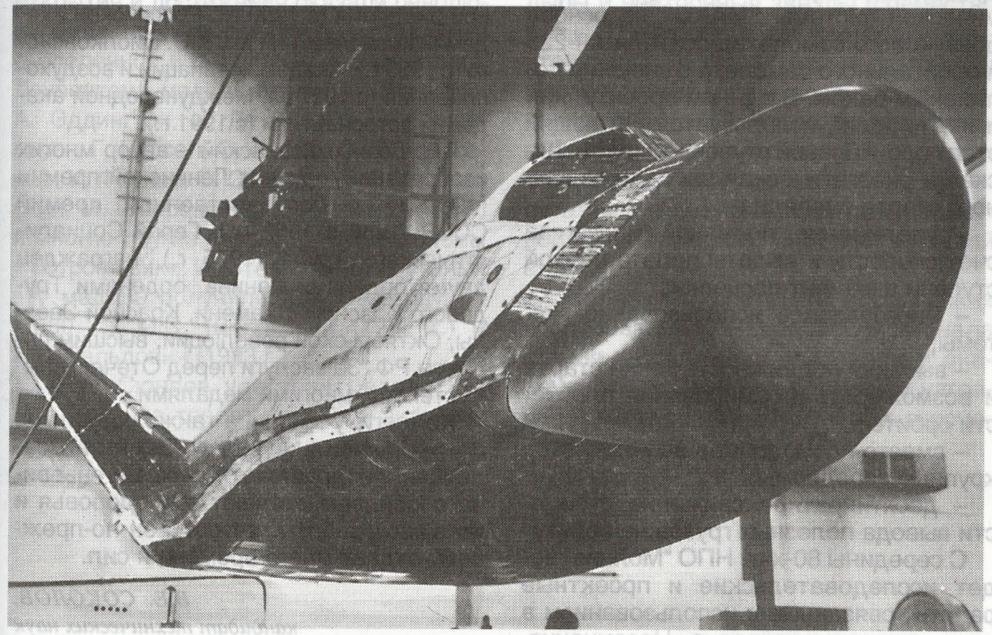
Главный конструктор планера корабля "Буран", Г.Е. Лозино-Лозинский отвечал не только за него, но и за обеспечение работоспособности систем орбитального корабля в космических условиях – его функционирование на атмосферном участке полета, включая и автоматическую посадку на посадочную полосу, т.е. на наиболее напряженном этапе полета.

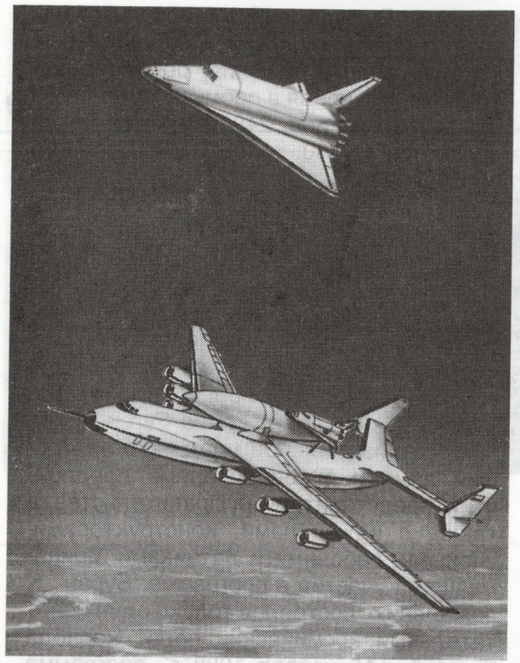
Создание многоразового орбитального корабля "Буран" потребовало от организаций Минавиапрома принципиально новых конструктивных решений, материалов, технологических процессов, оборудования, испытательных стендов, математического и программного обеспечения, создания новой экспериментальной и производственной базы с современным высокопроизводительным оборудованием и высокоточным аппаратурным оснащением. В ходе работы использованы уникальные технологии и оригинальные конструктивные решения, рекомендовано для применения в промышленности 80 новых материалов, 240 технологических процессов и 130 типов прогрессивного оборудования.

Для решения такой сложной технической задачи, как создание планера орбитального корабля "Буран", потребовалось обеспечение согласованной работы обширной кооперации конструкторских бюро, заводов, научно-исследовательских институтов. В решении задачи государственной важности наиболее полно проявился яркий талант Глеба Евгеньевича как организатора. Он умел находить общий язык с руководителями предприятий, представителями Правительства, а также с инженерами, конструкторами, учеными, рабочими и летчиками, принимавшими участие в программе "Буран". К сожалению, состоялся только один испытательный космический полет корабля "Буран" – 15 ноября 1988 г., программа была закрыта в 1998 г. (Земля и Вселенная, 1989, № 2; 1999, № 2).

В 1982 г. Г.Е. Лозино-Лозинский, понимая сложность, высокую стоимость

Экспериментальный КА "Бор-4" впервые в мире совершил аэродинамический спуск с орбиты в атмосфере 4 июня 1982 г. ("Космос-1374"). В носовой части аппарата установлен углерод-углеродный обтекатель, снизу – кварцевая плитка теплозащиты, вверху – контур кабины и поворотные крылья





Проект многоразовой двухступенчатой авиационно-космической системы "МАКС" – внизу на самолете-разгонщике АН-225, вверху – орбитальный полет космического самолета. 1990-е гг.

эксплуатации системы "Энергия-Буран" и присущие системе недостатки наземного старта, приступил к разработке проекта многоцелевой авиационно-космической системы **"МАКС"** на основе дозвукового самолета-носителя Ан-225 и орбитального самолета с внешним топливным баком. В данном проекте, как и в "Спирали", используется летающий старт орбитальной ступени. Экономическая и энергетическая выгода воздушного старта очевидна:

– увеличение полезной массы за счет скорости и высоты полета первой ступени в момент расцепки;

– многоразовое использование системы;

– высокая подвижность точки старта и возможность формирования плоскости орбиты;

– вместо космодромов используются крупные аэродромы;

– десятикратное снижение стоимости вывода полезных грузов на орбиту.

С середины 80-х гг. НПО "Молния" ведет исследовательские и проектные работы, связанные с использованием в авиации схемы триплана. Несомненно, перспективен проект двухфюзеляжного триплана "Геракл": сохранены длина и размах крыльев транспортного самолета Ан-225, а грузоподъемность увеличена с 275 до 450 т. Такой самолет-носитель позволит в ближайшее время создать полностью многоразовую авиационно-космическую двухступенчатую систему с массой выводимого полезного груза до 10 т при стоимости выведения менее 750 долларов за килограмм.

В последние годы НПО "Молния" ведет исследовательские работы над гиперзвуковым пассажирским самолетом с числом М = 6 при дальности полета до 10 тыс. км, а также суборбитального самолета с дальностью полета до 20 тыс. км (время полета – около 2 ч).

Г.Е. Лозино-Лозинский – доктор технических наук (с 1985 г.), академик-секретарь авиакосмической секции Российской инженерной академии (с 1990 г.), действительный член Международной инженерной академии (с 1990 г.), Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (с 1993 г.), Академии авиации и воздухоплавания (с 1997 г.), Международной академии астронавтики (с 1991 г.).

Г.Е. Лозино-Лозинский – автор многих изобретений, лауреат Ленинской премии (1962 г.) и Государственных премий СССР (1950 и 1952 гг.), Герой Социалистического Труда (1975 г.), награжден двумя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, Октябрьской революции, высшим орденом РФ "За заслуги перед Отечеством" IV степени, многими медалями.

Коллеги, ученики, а также редколлегия и редакция журнала "Земля и Вселенная" поздравляют Глеба Евгеньевича с юбилеем, желают ему здоровья и успешной работы, которой он по-прежнему отдает много времени и сил.

В.Е. СОКОЛОВ,
кандидат технических наук

Высокая награда российскому астрофизику

Тихоокеанское Астрономическое Общество (США) объявило о решении присудить в 2000 г. свою высшую награду – золотую медаль Катерин Вольф Брюс – **академику Рашиду Алиевичу Сюняеву**.

За более чем 100 лет, прошедшие с момента основания, эта медаль стала одной из наиболее престижных наград в области астрономии и астрофизики. Ею отмечаются ученые, чьи фундаментальные открытия и достижения оказали революционное влияние на наши представления о Вселенной и методы ее исследования. Лауреатами медали стали: А. Пуанкаре, А. Эддингтон, У. Де Ситтер, Э. Герцшпрунг, Г. Рессел, Э. Хаббл, С. Чандрасекар, У. Фаулер, Б. Стремгрен, Р. Минковский, М. Шварцшильд, Е. Паркер, М. Рис и многие другие выдающиеся астрономы и астрофизики. Из отечественных ученых эту медаль получили: В.А. Амбарцумян (1960 г.), И.С. Шкловский (1972 г.) и Я.Б. Зельдович (1983 г.).

Р.А. Сюняев удостоен медали им. К.В. Брюс за теоретические и экспериментальные результаты в области космологии, релятивистской астрофизики и астрофизики высоких энергий; предсказание (совместно с Я.Б. Зельдовичем) понижения температуры микроволнового фонового излучения в направлениях на скопления галактик (эффект Сюняева – Зельдовича) и существования доплеровских пиков в спектре углового распределения реликтового излучения; разработку стандартной теории дисковой аккреции на черные дыры и нейтронные звезды (совместно с Н.И. Шакурой), а также теории комптонизации низкочастотных фотонов в высокотемпературной плазме с образованием спектров жесткого рентгеновского излучения (совместно с Л.Г. Титарчуком). Особенно велика роль Р.А. Сюняева в развитии экспериментальной астрофизики высоких энергий в нашей стране.

Коллектив Института космических исследований РАН и редакция журнала "Земля и Вселенная" поздравляют академика Р.А. Сюняева с высокой наградой и желают ему дальнейших творческих успехов.

Юбилей Центра подготовки космонавтов

Первый отряд космонавтов (1960 г.). Верхний ряд: А. Леонов, А. Николаев, В. Филатьев, М. Рафиков, Д. Заикин, И. Аникеев, Б. Волынов, П. Беляев, Г. Титов, Г. Нелюбов, В. Быковский и Г. Шонин. Нижний ряд: П. Попович, В. Горбатко, Е. Хрунов, Ю. Гагарин, Главный конструктор ракетно-космических систем академик С.П. Королёв, его жена Н.И. Королёва с дочерью П. Поповича, первый руководитель ЦПК Е.А. Карпов, тренер по парашютной подготовке Н. Никитин и врач Е. Федоров. Фото 1961 г.

12 апреля 2000 г. Российскому государственному научно-исследовательскому испытательному **Центру подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина (ЦПК) исполнилось 40 лет**. Директивой Главкома ВВС от 11 января 1960 г. были определены штаты и срок формирования ЦПК – 25 марта 1960 г. ЦПК расположился в Щелковском районе Подмосковья. Сейчас это всемирно известный "Звездный городок".

К лету 1960 г. был сформирован **первый отряд космонавтов** из 20 летчиков (Земля и Вселенная, 1987, № 3; 1991, № 2). "Гагаринский" набор космонавтов вписал замечательные страницы в историю мировой космонавтики.

По мере развития отечественной пилотируемой космонавтики, в 60–80-е гг. (программы "Восход", "Союз", "Буран", лунные экспедиции, долговременные орбитальные станции "Салют", "Алмаз" и "Мир") росла численность отряда космонавтов ЦПК. Отряд стал комплектоваться не только летчиками, но и военными инженерами из ВВС, РВСН и ВМФ. За эти годы проведено **12 наборов** (последний – в 1997 г., когда отряд пополнился 9 космонавтами), подготовлено 130 космонавтов, из них 48 выполнили полеты.

В 1966 г. для подготовки к полету бортинженеров был сформирован отряд космонавтов при **НПО "Энергия"** (ныне РКК "Энергия" им. С.П. Королёва). В этот отряд проведено **12 наборов** (47 человек), из них 34 гражданских космонавта совершили полеты в космос. Всего в ЦПК прошли подготовку 46 космонавтов из Института медико-биологических проблем, Летно-исследовательского института им. М. Громова, других организаций и ведомств.

Группа космонавтов набора 1997 г. около тренажера станции "Мир" в ЦПК: Ю. Лончаков, Р. Романенко, С. Волков и К. Вальков

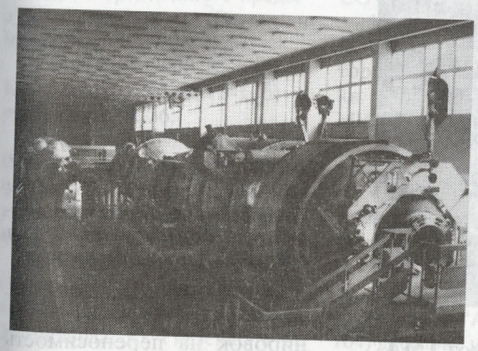
Сейчас в отряде ЦПК 21 космонавт от ВВС (из них 11 имеют опыт космических полетов). Командир отряда – летчик-космонавт полковник В. Корзун. В конце 2000 г. российский отряд космонавтов насчитывает 42 человека.

Центр давно стал международной космической академией. **120 астронавтов из 21 страны** после подготовки в ЦПК выполнили совместные полеты с советскими, а затем с российскими космонавтами. Тренируются астронавты для работы и на Международной космической станции (МКС). За 40 лет ЦПК подготовил 440 основных, дублирующих и резервных экипажей. **92 отечественных космонавта и 33 астронавта из 18 стран** совершили космические полеты. 10 российских космонавтов работали в составе экспедиций на КК "Спейс Шаттл". На ОК "Мир" работали 28 основных экспедиций и 16 экспедиций посещения (104 космонавта из 12 стран), проведено 25 международных программ.

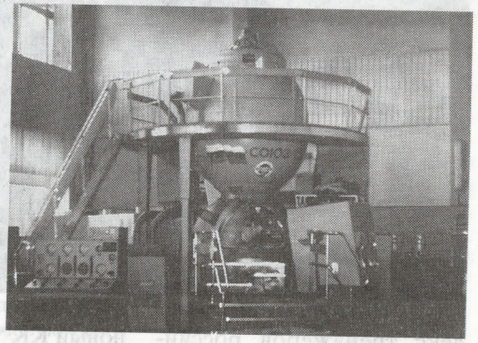
Здание, где размещены тренажеры пилотируемого комплекса "Мир" и корабля "Союз ТМ"

Начальниками Центра в разное время были: Е.А. Карпов, М.П. Одинцов, Н.Ф. Кузнецов, летчики-космонавты Г.Т. Береговой и В.А. Шаталов. В настоящее время ЦПК возглавляет дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР **П.И. Климчук**.

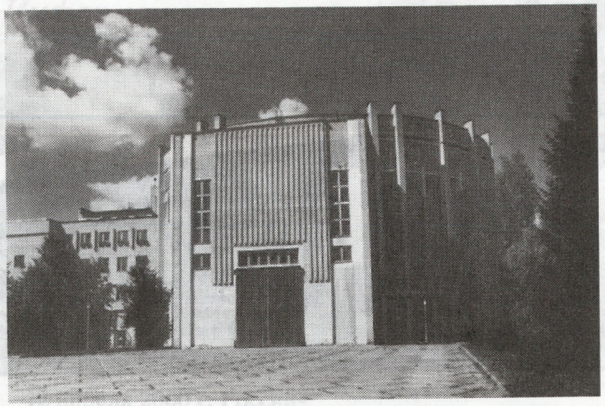
Для подготовки космонавтов создана техническая база. В начале 60-х гг. в ЦПК появились тренажеры – копии космических кораблей и станций. Оборудование и аппаратура на них функционирует, как в условиях реального полета. Лишь перегрузка и невесомость воспроизводятся на других тренажерах. Успешно функционировали комплексные и специализированные тренажеры для подготовки к полетам на КК "Восход", "Союз" трех модификаций и станциях "Салют". Сейчас космонавты готовятся к полетам на тренажерах ОК "Мир" и КК "Союз ТМ". Создан комп-



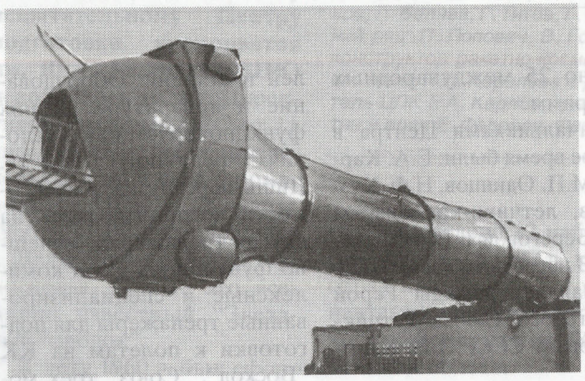
Зал тренажеров орбитальных станций: на первом плане – модули комплекса "Мир", на втором – модуль "Кристалл"



Комплексный тренажер космического корабля "Союз ТМ"



Здание, в котором установлена большая центрифуга



Большая центрифуга ЦФ-18 для тренировок космонавтов на переносимость перегрузок

Тренировка в гидролаборатории, где моделируется работа экипажей в открытом космосе

лекс тренажеров российского сегмента МКС – функционально-грузовой блок "**Заря**" и служебный модуль "**Звезда**", а также новый КК "**Союз ТМА**".

Центр располагает разнообразными тренажными средствами: большой и малой центрифугой для тренировок на переносимость перегрузок, гидролабораторией для подготовки космонавтов к работе в открытом космосе, самолетом-лабораторией Ил-76 МДК-2 для знакомства космонавтов с условиями кратковременной (до 25 с) невесомости, планетарием для отработки навыков астронавигации и астроориентации.

Но главное достояние Центра – его высокопрофессиональный коллектив, квалифицированные методисты, инженеры, медики, испытатели, ученые и летчики (в состав ЦПК входит авиационный полк особого назначения им. В. Серегина). Научный потенциал ЦПК – более 100 кандидатов и докторов наук. За заслуги в подготовке космонавтов Центр награжден двумя отечественными и двумя зарубежными орденами.

Несмотря на сложную экономическую ситуацию в стране, коллектив ЦПК успешно решает задачи современной пилотируемой космонавтики. Ему под силу работа на ее перспективу, он способен одновременно тренировать экипажи ОК "Мир" и МКС.

С.А. Герасютин
Фото автора

Информация

Шестой график сборки МКС

24 марта 2000 г. NASA по согласованию с другими странами-участницами строительства Международной космической станции опубликовало новый (шестой) график работ. Из-за переноса запуска российского служебного модуля "Звезда" сроки последующих стартов передвинулись почти на год по сравнению с предыдущим графиком (Земля и Вселенная, 1999, № 2).

8 сентября 2000 г. – старт КК "Атлантис" (STS-106) – программа 2А.2б;

28 сентября – "Дискавери" (STS-92) установит основную ферму Z1 и пристыкует модуль-адаптер PMA-3 (программа 3А);

30 октября – "Союз ТМ-31" (программа 2Р) доставит первый экипаж МКС (ЭО-1) У. Шеперда, Ю. Гидзенко и С. Крикалева;

30 ноября – "Индевор" (STS-97) доставит секцию фермы Р6 и две панели солнечных батарей (программа 4А);

18 января 2001 г. – "Атлантис" (STS-98) доставит и состыкует лабораторный модуль "Дестини" (программа 5А);

15 февраля – "Дискавери" (STS-102) дооснастит лабораторный модуль, доставит стойки и платформы в модуле MPLM "Леонардо", второй экипаж МКС (ЭО-2) Ю. Усачева, Дж. Восса и С. Хелмса (программа 5А.1) и возвратит на Землю первый экипаж;

апрель–май 2001 г. – РН "Союз", на ТГК "Прогресс М" доставит стыковочный отсек СО-1 (программа 4Р);

19 апреля – "Индевор" (STS-100) дооснастит лабораторный модуль, доставит стойки и платформы в модуле MPLM "Рафаэлло", а также манипулятор SSRM (программа 6А);

30 апреля – "Союз ТМ" доставит первый экипаж поддержки (ЭП-1) Т. Мусабаева и Н. Кужельную (программа 2С);

17 мая – "Атлантис" (STS-104) доставит шлюзовую камеру и баллоны высокого давления с газом (программа 7А);

21 июня – "Дискавери" (STS-105) дооснастит МКС, доставит стойки и платформы в модуле MPLM "Донателло", третий экипаж (ЭО-3) Ф. Калбертсона, В. Дежурова и М. Тюрина (программа 7А.1) и возвратит на Землю второй экипаж;

23 августа – "Индевор" (STS-109) доставит оборудование и стойки (программа UF-1);

октябрь 2001 г. – "Союз ТМА-1" доставит четвертый экипаж МКС (ЭО-4) Ю. Онуфриенко, К. Уолза и Д. Берша (программа 3С).

До октября 2001 г. предполагается запустить 7 грузовых кораблей "Прогресс М" и "Прогресс М1", которые доставят на российский сегмент МКС расходуемые материалы и оборудование. После запуска КК "Союз ТМА-1" нет конкретных дат стартов, поэтому мы не приводим данные за 2002–2005 гг. Последним в график включен полет КК "Спейс Шаттл" в сентябре 2005 г. (программа 16А), завершающий строительство МКС.

По материалам NASA и "Росавиакосмоса"

Государственная комиссия по международному проекту "Интербол"

Г.М. ТАМКОВИЧ,
доктор технических наук
Институт космических исследований РАН

Автор настоящего материала – заместитель директора ИКИ РАН, вице-президент ФК РФ, дважды лауреат Госпремии, генерал-лейтенант – более 35 лет принимает участие в испытаниях сложных ракетно-космических систем, причем около 15 лет возглавляет Государственные комиссии по проектам, реализуемым Академией наук СССР, а позднее – Российской академией наук в качестве головного ведомства.

Под его руководством в качестве председателя Госкомиссии и при непосредственном участии были реализованы научные программы "Океан-ОЭ", "Астрон", "Реликт", "Интершок", "Гранат", "Интербол" и др., получившие мировое признание.

Ранее в журнале "Земля и Вселенная" (1993, № 1) был опубликован материал о работе Госкомиссии по астрофизической обсерватории "Гранат", вызвавший интерес у читателей. В публикуемой ниже статье автор дополняет уже известные читателям данные о роли и месте Государственной комиссии в реализации международного научного проекта "Интербол".

ПРОЕКТ "ИНТЕРБОЛ": ЗАДАЧИ И РЕЗУЛЬТАТЫ

В названии программы "Интербол" отразилась главная задача исследований – поиск в магнитосферной плазме "огненных шаров" (файрболов), изучение взрывных процессов нагрева и ускорения в них плазмы, приводящих к вспышкам полярных сияний и магнитным бурям. **Проект "Интербол"** включает две пары научных КА "спутник–субспутник". Первая из них (запущена на орбиту с апогеем 200 тыс. км) нацелена на измерения в хвосте магнитосферы, полярных каспах (области проникновения плазмы солнечного ветра внутрь магнитосферы), вблизи магнитопаузы (граница магнитосферы), в магнитослое и солнечном ветре. Вторая пара КА (апогей орбиты – 20 тыс. км) изучает магнитосферную плазму над областями полярных сияний, полярной шапкой и в каспе на средних высотах.

Научный руководитель проекта – академик А.А. Галеев, его заместитель – доктор физико-математических наук Л.М. Зеленый.

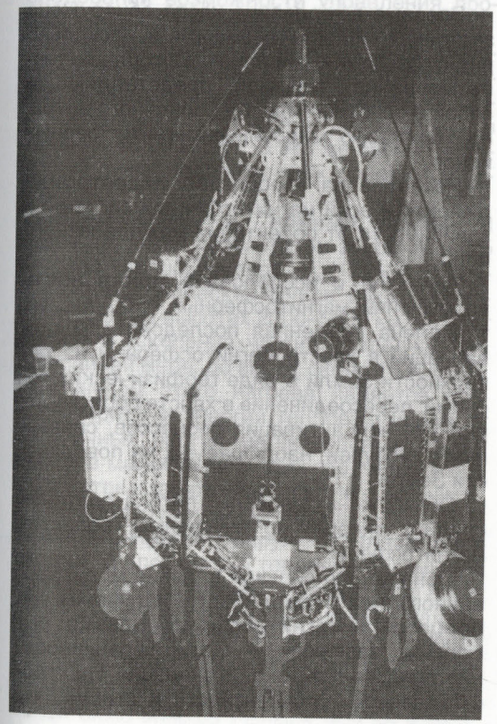
Эмблема программы "Интербол"

В подготовке и реализации проекта "Интербол" принимали участие 24 страны, каждая внесла свой вклад в концепцию проекта, подготовку комплекса научной аппаратуры, интеграцию его со служебными системами, обработку и интерпретацию научных результатов и получение результатов научных исследований мирового уровня (Земля и Вселенная, 1997, № 3; 1999, № 5).

Цель проекта "Интербол" – комплексное изучение солнечно-земных связей и физических процессов в космической плазме, т.е. механизмов влияния Солнца на процессы, происходящие на Земле и в ближайшем околоземном пространстве, что необходимо для понимания "космической погоды" и умения ее прогнозировать в случаях возможных коллизий. В настоящее время активно обсуждается проблема влияния солнечно-земных процессов на здоровье людей, особенно с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

Проект важен не только для фундаментальной космической науки, но и для многих прикладных задач, включая защиту космических аппаратов от массивного облучения энергичными частицами в результате выброса большой массы горячей плазмы из солнечной короны, защиту нефтепроводов и линий электропередач, прежде всего в арктических районах, от колоссальных электрических наведенных токов. По этой причине в 1997 г. вышел из строя американский спутник "Telstar-401", а в 1989 г. в провинции Квебек остались без электроэнергии несколько миллионов человек. Можно предположить, к чему приведет выход из строя по этим же причинам систем радиолокации, являющихся важными составляющими общей системы обороны страны.

Кроме фундаментальных и прикладных аспектов следует отметить еще одну принципиальную особенность проекта "Интербол" – его место в международной системе **ISTP** (международная программа исследования солнечно-земных связей). Кроме нее в систему входят японский КА "Geotail", американские "WIND", "POLAR", "FAST", европейский "SOHO". Космическая флотилия как по своему составу, так и по баллистической структуре на орбитах не только уникальна, но и



Один из субспутников "Магион" (Чехия), участвующих в программе "Интербол"

беспрецедентна. Маловероятно, что в ближайшие десятилетия станет возможно повторение такой ситуации. Каждая из систем дополняет другую или уточняет, тем самым расширяя знания об изучаемых процессах.

Запущенный в августе 1995 г. в "хвост" магнитосферы "**Интербол-1**" ("хвостовой зонд", ведущие проекта по комплексу научной аппаратуры Ноздрачев М.Н. и Застенкер Г.Н., ИКИ РАН) продолжает активно функционировать без заметной регрессии комплекса научной аппаратуры и с достаточно эффективным его использованием до завершения баллистического существования спутника.

Запущенный через год на приполярную орбиту "**Интербол-2**" ("авроральный зонд", ведущий проекта по комплексу научной аппаратуры Могилевский М.М., ИКИ РАН) обеспечил выполнение научной программы в системе "Хвостовой зонд" и "Авроральный зонд" при наличии у каждого из них соответственно субспутника "Магион-4" и "Магион-5" (разработаны и изготовлены в Чехии). При этом субспутник "Магион-4" выполнил полностью задачи полета и выведен из системы.

Субспутник "**Магион-5**" вскоре после запуска и проверки его функционирования "замолчал" и в течение 20 месяцев "не реагировал" на попытки восстановить с ним связь. В результате активной "реанимационной" работы он начал функционировать и заменил "Интербол-2" в системе, к настоящему времени израсходовавший рабочее тело и поэтому не позволяющий выполнять научную программу в штатном режиме. Это стало чудесным "возрождением", а для чешских специалистов во главе с профессором П. Триской и техническим руководителем Я. Войтой, – заслуженной наградой за непрекращающиеся активные поиски вариантов реанимации субспутника. Большую помощь в этой непростой ситуации оказал сотрудник ИКИ РАН Агафонов Ю.Н.

Таким образом, появилась реальная возможность продолжить научную программу в системе "Интербол-1 – Магион-5", что и было подтверждено Государственной комиссией, осуществившей не только подготовку, испытания, запуск космических аппаратов и всех элементов ракетно-космического комплекса, но и продолжавшей свою работу на протяжении более пяти лет.

В настоящее время состояние КА по проекту "Интербол" может быть проиллюстрировано следующей таблицей.

Таким образом, система в составе "Интербол-1" – "Магион-5" продолжает оставаться работоспособной и проводит регулярные измерения.

Состояние КА программы "Интербол" (1995–2000 гг.)

Название КА	Функционирование КА
"Интербол-1"	Проводятся регулярные измерения
"Магион-4"	Выполнил научную задачу, выработал ресурс и с сентября 1997 г. измерения не проводит
"Интербол-2"	Регулярные измерения проводились до февраля 1999 г. С сентября 1998 г. находился в режиме свободной ориентации. Попытки восстановления работы не увенчались успехом
"Магион-5"	С мая 1998 г. проводит регулярные измерения

Перечислим основные **научные результаты,** полученные в проекте "Интербол" до 2000 г.

Подробно исследована **структура** возмущений магнитопаузы. Показано, что магнитопауза реагирует как "упругими" колебаниями, так и рифлением своей поверхности на изменения в солнечном ветре.

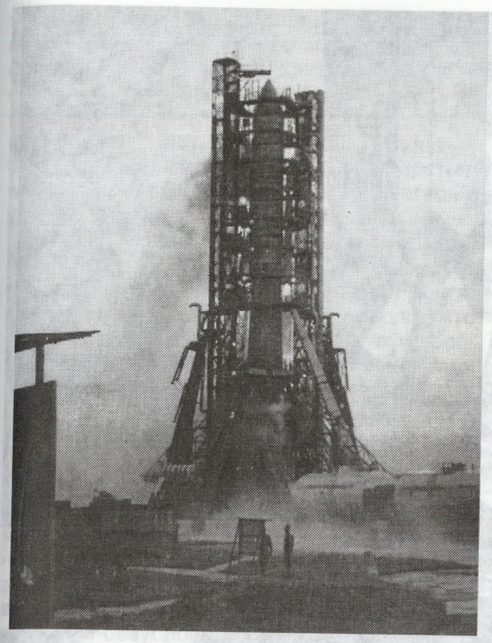
Впервые в горловине каспа обнаружена застойная область размером в несколько радиусов Земли, заполненная горячей термализованной плазмой, представляющей собой в основном плазму солнечного ветра, но с примесью ускоренных магнитосферных ионов.

Исследована глобальная **перестройка динамики** всей магнитосферной системы в зависимости от ориентации межпланетного поля.

Доказана и исследована **локальность** возмущений магнитосферных **суббурь**, установлена временна́я последовательность вариаций в хвосте магнитосферы и на поверхности Земли в ряде геофизических событий: пересоединение в хвосте происходит раньше, чем активация процессов, связанных с суббурей, наблюдаемых на поверхности Земли.

Обнаружены "провалы" потока протонов средних энергий во внутренних областях магнитосферы.

Обнаружено сильное влияние модулированного коротковолнового излучения на **процессы в магнитосферной плазме:** высыпание заряженных частиц, возникновение продольных токов, генерация электростатической турбулентности и стимуляция



РН "Молния" с космическим аппаратом "Интербол" на космодроме Плесецк незадолго до запуска

широкополосного электромагнитного излучения вблизи частоты модуляции. Этот результат дает основание для дальнейших исследований возможности управления процессами в магнитосфере Земли.

Впервые зарегистрированы поднимающиеся из ионосферы в магнитосферу потоки энергичных электронов. Восходящие пучки энергичных электронов наблюдались в течение 10-20 минут. В это же время нисходящий пучок подобных электронов отсутствовал.

Обнаружено, что "**ионный фонтан**" в каспе является результатом эффективного нагрева тепловых ионов H^+, He^+, O^+ с образованием "конических пучков" в узкой области широт на высотах 2000–5000 км, но этот нагрев и ускорение частиц продолжается, по крайней мере, до высот около 10 тыс. км. Источником этого нагрева является процесс передачи энергии тепловым ионам от энергичных частиц магнитослоя, вторгающихся в магнитосферу в каспе, через взаимодействие заряженных частиц с волнами.

На полярной границе авроральной области магнитосферы обнаружена "**плазменная стенка**" с плотностью тепловой плазмы, на порядок превышающей плотность над авроральным овалом полярных сияний и над полярной шапкой. Эта структура в тепловой плазме играет важную роль для условий генерации и распространения волн в магнитосферной плазме.

Обнаружено новое явление – ускорение вверх электронов на приполюсной границе овала полярных сияний до энергий более 20 кэВ. Эти процессы ускорения развиваются в условиях турбулентной плазмы магнитосферы и сопровождаются продольным ускорением части электронов плазменного слоя как вниз, так и вверх до энергий в несколько кэВ. Одно из возможных объяснений этого эффекта – дестабилизация дальней области хвоста магнитосферы энергичными электронами, ускоренными над областью полярных сияний, т.е. обратная общепринятой последовательность процессов, для возбуждения вспышек полярных сияний. Это явление может быть подтверждением гипотезы о внутримагнитосферных источниках некоторых магнитосферных возмущений.

Обнаружено новое явление в магнитосфере – моноэнергетические **пучки ионов** с энергиями ~ 100–200 кэВ. Часто наблюдаются одновременно два таких пучка с отношением энергии 1 : 2. Сопоставление с данными измерений со спутников "Интербол-1" и "Интербол-2" показывает, что эти пучки ионов генерируются в нейтральном слое хвоста магнитосферы и достигают высот аврорального зонда и авроральной ионосферы. Природа механизма их ускорения остается пока неясной.

Таким образом, за период, более чем в 2 раза превышающий запланированный для штатной работы на орбите, получены приоритетные научные результаты. Техническое состояние и конфигурация системы позволяют эффективно продолжать ее эксплуатацию по крайней мере в течение 2000 г.

РАБОТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОМИССИИ

Напомним, что Государственная комиссия назначается Постановлением (решением) Правительства Российской Федерации для выполнения конкретной задачи, при завершении которой разрабатывается, как правило, в течение 3 месяцев акт (отчет), содержащий результаты работы и рекомендации по дальнейшим этапам эксплуатации ракетно-космического комплекса или завершению работы с ним, а также мероприятия по устранению недостатков, выявлен-

Заседание Госкомиссии по программе "Интербол" в Центре управления полетами под Евпаторией (Украина) 5 августа 1998 г.

ных в процессе испытаний, в будущих подобных проектах.

Госкомиссия подотчетна только Правительству РФ и несет ответственность за свою работу только перед ним. Попытки отдельных должностных лиц иногда влиять (с позиций сугубо ведомственных) на работу комиссии являются неправомерными и должны быть исключены, поскольку решается задача в интересах государства. Критерием работы комиссии должны быть ее результаты по своевременному и качественному завершению летных испытаний и подготовка заключения для дальнейшей работы.

Во времена не столь далекие и часто называемые "застойными" существовал строгий и четкий порядок назначения, функционирования и взаимодействия Госкомиссии со всеми звеньями власти как по вертикали, так и по горизонтали. Так, например, в 80-е гг. высшим органом государственной власти, с которым взаимодействовала Госкомиссия, была **Военно-промышленная Комиссия** Совета Министров СССР, а возглавлял ее первый заместитель Председателя Совета Министров СССР **Смирнов Леонид Васильевич** – опытный специалист, талантливый организатор и мудрый хозяйственник. Его заместителем, курировавшим работу Государственных комиссий, был генерал-полковник Комиссаров Борис Алексеевич, грамотнейший инженер, прошедший школу в "Южмаше" (ракетно-космическое предприятие на Украине, г. Днепропетровск), обаятельный человек и опытный управленец. Это он, разрешив обращаться в необходимых случаях к нему по ВЧ-правительственной связи, выслушав доклад в 1983 г. с космодрома Плесецк сравнительно "молодого" тогда Председателя Госкомиссии об отсутствии единого мнения в комиссии по возможности запуска КА по проекту "Океан-ОЭ", спокойно, тактично, но твердо напутствовал меня: "Вы опытный испытатель и являетесь Председателем Госкомиссии, в которую входят генералы, академики, другие опытнейшие специалисты многих отраслей науки и техники. Разберитесь и принимайте решение на месте с полной ответственностью: на то Вы и уполномочены Правительством!" Это была суровая наука, запомнившаяся на всю жизнь! Решение было принято, хотя ему противостояли некоторые члены Госкомиссии, что было исключительной ситуацией и встречается крайне редко в работе комиссии. Все завершилось с положительным результатом...

В рамках работы Госкомиссии по проекту "Интербол", в силу чрезвычайных обстоятельств, мне пришлось не раз обращаться в Правительство, в том числе к 1-му вице-премьеру Правительства Сосковцу О.Д., опытному государственному деятелю, ревниво и с достоинством оберегавшему достижения ракетно-космической отрасли, что обеспечило необходимый результат и проблема была разрешена, хотя все осознавали определенную сложность ситуации из-за экономического положения страны. Вопрос стоял: быть или не быть программе. Этому, безусловно, способствовало и то, что Генеральным директором Российского космического агентства (ныне "**Росавиакосмос**") являлся и является человек исключительной эрудиции, неуемной энергии и поистине энциклопедического опыта **Юрий Николаевич Коптев**, который досконально знал ситуацию и безусловно играл ключевую и позитивную роль при возникновении сложных проблем.

Очень не хотелось бы, чтобы излагаемый материал был воспринят как ностальгия автора по прошедшим временам. Отнюдь! Но при правительствах, которые не дотягивали до годового "юбилея", вряд ли могли быть созданы органы, чтобы эффективно функционировать, постоянно и стабильно заниматься теми вопросами, которыми ранее занимались соответствующие подразделения ВПК СМ СССР. Однако, смею надеяться, что в перспективе не только в Правительстве, но и в "Росавиакосмосе" будут созданы соответствующие подразделения, которые хотя бы на уровне координации и общего руководства упорядочат процессы летных испытаний, от которых, по существу, зависит прогресс ракетно-космической отрасли, а также многих тонких технологий. Будем надеяться, что нынешний вице-премьер И.М. Клебанов со своим аппаратом совместно с "Росавиакосмосом" уделит должное внимание соответствующим вопросам, что позволит эффективно продолжить важное дело совершенствования новых образцов ракетно-космической техники.

С учетом накопленного опыта остановлюсь на некоторых аспектах **формирования и функционирования Госкомиссий**, которые, на мой взгляд, почти всегда, по крайней мере в случае с новыми образцами ракетно-космической техники, являются межведомственными. Это вполне понятно и объяснимо: головное ведомство, в интересах которого осуществляется работа, заинтересовано в ее результатах и, как правило, должно быть заказчиком или осуществлять эти функции совместно или через "Росавиакосмос". Министерство обороны РФ (РВСН), в состав которого входят основные космодромы и командно-измерительные комплексы, участвует практически во всех работах и должно иметь своих ответственных представителей в Госкомиссии. Поскольку РКК – это сложная система, реализуемая десятками ведомств и организаций, то, естественно, на завершающем этапе ответственные представители Совета Главных конструкторов этих организаций входят также в Госкомиссию.

Представители старшего поколения помнят, что постоянными интригующими, но безымянными героями всех новых космических достижений в эпоху повышенной секретности в 60-х гг. были Главный конструктор и Главный теоретик космонавтики, под которыми скрывались имена прославленных **С.П. Королёва и М.В. Келдыша**. Сегодня эти имена дополнились их достойными и тоже прославившими и науку, и технику последователями, которых знает весь мир.

Но никогда впоследствии не было, к сожалению, такого мощного тандема (С.П. Королёв и М.В. Келдыш), который во многом определял и обеспечивал успехи в отечественной космонавтике! По мнению автора, в настоящее время при испытаниях новых образцов РКТ наличие в Госкомиссиях различного назначения представителя Российской Академии наук (РАН) в значительной степени бы способствовало укреплению традиционной связи науки и техники, которая в последнее время иногда является весьма слабой. Я не говорю о случаях, когда РАН – заказчик или головное ведомство (организация) по научной программе или комплексному эксперименту: в этом случае, как правило, представители РАН не только входят в Госкомиссии, но часто и возглавляют их.

Таким образом, совершенно очевидным является **межведомственный характер Госкомиссии**, в силу чего она не может быть назначена одним ведомством и обязательно должна назначаться Правительством, естественно, по согласованию с другими ведомствами, как это и делается в настоящее время.

Я позволил себе акцентировать внимание на этом вопросе, поскольку лет 5–7 назад стала распространяться точка зрения,

что Госкомиссии – это архаизм, дань прошлому, они устарели, а если они нужны, то пусть их назначает (?!) ведомство, в интересах которого производится космический запуск. На мой взгляд, это не только вредная, но и опасная демагогическая точка зрения, базирующаяся на принципе "разрушить" до основания, а затем что-нибудь и как-нибудь построить...

Как человек, практически всю жизнь занимающийся испытаниями сложных систем, смею утверждать, что Совет Главных конструкторов и Госкомиссия были необходимы. Это подтверждается в настоящее время как наукой, так и практикой.

Госкомиссия – это отряд единомышленников, объединившихся с единой целью – качественно провести весь комплекс работ по завершающему этапу и получить планируемый результат. Поэтому, как правило, в состав комиссии включаются опытные руководители и организаторы науки и производства, конструкторы, ученые, испытатели (что называется, от Бога), способные выполнить эту задачу.

Указанная мысль нашла соответствующее подтверждение в "**Положении о Госкомиссиях...**". Она гласит, что членами Госкомиссий назначаются лица, имеющие право по своему должностному положению (или по поручению) обсуждать вопросы и принимать решения от имени той организации (предприятия), которую они представляют. Такими лицами часто выступают сами руководители или их заместители.

Исторически сложилось так, что Госкомиссия, являясь органом Правительства, формировалась из лиц, что называется, высшей пробы по профессионализму, квалификации, опыту. Иногда Госкомиссии возглавляли заместители Председателя Правительства, иногда министры Правительства.

Так, **Председателем Госкомиссии** при запуске первой летной межконтинентальной ракеты (Р-7) был В.М. Рябиков, а в комиссию вошли заместители министров оборонных отраслей промышленности С.М. Владимирский, К.Н. Руднев, Г.Р. Удалов, а также маршал артиллерии М.И. Неделин, С.П. Королёв, М.В. Келдыш и другие, столь же известные руководители и специалисты.

Председателями Госкомиссии, когда этого требовал статус проекта, назначались министры Афанасьев С.А., Бакланов О.Д., Догужиев В.Х., Шишкин О.Н. и др., что обеспечивало необходимый уровень руководства, возможность сконцентрировать усилия для качественного выполнения государственной задачи.

Однако во всех других случаях, когда Председателями Госкомиссии назначались другие лица, весьма опытные и авторитетные, но по своему должностному положению не являющиеся членами Правительства, отсутствие в "Положении..." их статуса подчас затрудняло выполнение той государственной миссии, ради которой они беззаветно трудились. Вот почему (точнее, может быть и поэтому) иногда Председателями Госкомиссии назначались известные генералы, служба которых была связана с разработкой новых принципов, образцов новой техники и с их испытаниями.

Имена генералов Вознюка В.И., Григорьева М.Г., Иванова В.Л., Карася А.Г., Керимова К.А., Курушина А.А., Максимова А.А., Мрыкина А.Г., Титова Г.С., Тюлина Г.А., Шлыкова Н.Ф. и др. известны всем разработчикам и испытателям новых образцов ракетно-космической техники и снискали заслуженное уважение и благодарность за их беззаветное служение.

Учитывая сложность и государственный уровень решения задач, их вневедомственный характер, специфику их решения с участием космодромов и научно-измерительных комплексов, разбросанных на территории иногда не одного государства, Председатель Государственной комиссии, если он не член Правительства, должен иметь статус нештатного Председателя Комитета или нештатного члена Правительства (на время работы Госкомиссии), что должно быть отражено в Положении или Постановлении при назначении комиссии. Хотя это предполагается и вытекает из статуса Госкомиссии, автор на своем многолетнем опыте руководства Госкомиссиями неоднократно убеждался, что наличие этой "малости" существенно облегчило бы выполнение поставленных задач, особенно при взаимодействии с отрядом высокопоставленных "новых чиновников"... (иногда являющихся одновременно "новыми русскими"...).

В этой связи уместен вопрос: может ли определенное должностное лицо, например, начальник космодрома или даже заместитель Главкома РВСН, вопреки решению Госкомиссии прекратить выполнение своих задач по чисто ведомственным причинам?

По мнению автора, категорически нет; более того, это следует рассматривать как злоупотребление служебным положением и решительно пресекать!.. Однако "пресекать" иногда очень затруднительно без должного официального статуса и особенно в случаях, когда в работу Госкомиссии пытается вмешаться лицо с достаточно высоким должностным положением.

Подготовку и пуск РКК проводит Госкомиссия, и только она с должной ответственностью принимает необходимое решение с учетом всех обстоятельств!

Госкомиссия может назначаться на одну уникальную работу, по завершении которой и утверждении Правительством соответствующего отчета (акта) прекращает свою деятельность.

Однако "Госкомиссия может быть образована и действовать на постоянной основе по нескольким однотипным, в том числе модернизируемым комплексам – пилотируемым, научным, связным, метеорологическим и т.п." (из "Положения...").

Является заблуждением точка зрения, что в случае отсутствия реального образца испытаний работа Госкомиссией не проводится. Ракетные войска (РВСН) повседневно проводят постоянную напряженную работу по обеспечению высокой боевой готовности, т.е. готовности в минимально короткое время запустить боевые ракеты с соответствующими боеголовками, но, слава Богу, ни разу за 40 лет не использовали свои боевые возможности, обеспечив стратегическую стабильность! И главное именно в этом!

Так и Госкомиссия, работая на всех этапах достаточно напряженно, на отдельных этапах может изучать и анализировать ситуацию, осуществлять контрольные функции, готовиться к наиболее ответственным участкам и операциям.

Таким образом, работа Госкомиссии может проводиться на отдельных этапах тогда, когда объект испытаний прекратил свое активное существование.

И, наоборот, даже при наличии объекта испытаний Госкомиссия в зависимости от ситуации может с разрешения органа, ее назначившего, приостановить свою деятельность, хотя это может относиться больше к исключениям, чем правилам.

Госкомиссия по проекту "Интербол" работает около 5 лет, за это время проведено 37 пленарных заседаний, отдельные из которых проходили на заводе-изготовителе, на космодроме, в Центре управления полетом, в Институте космических исследований.

На каждом заседании приняты десятки ответственнейших решений, отдельные из которых требовали дополнительных исследований, технических проверок, новых экспериментов, поиска новых решений, устранения выявленных недостатков и т.д. Вот почему на определенных этапах руководство Госкомиссии и некоторые ее члены вынуждены работать практически на постоянной основе, особенно при экстремальных ситуациях или организации и участии в работе аварийных комиссий. Исходя из изложенного, автор хотел бы сформулировать вопрос, ответ на который должны дать представители высших органов государственной власти.

Для Госкомиссий, работающих на постоянной основе, обладающих колоссальным опытом, необходимой квалификацией и компетенцией, не следует ли установить определенное количество штатных членов, а не привлекать их эпизодически?

По мнению автора, в ряде случаев это было бы целесообразно.

КОГДА НАЧИНАЕТ РАБОТАТЬ ГОСКОМИССИЯ?

Госкомиссия создается для организации в полном объеме и качественного проведения летных испытаний ракетно-космических комплексов и систем, составных частей, в них входящих, в соответствии с утвержденной заказчиком программой летных испытаний.

Госкомиссия сразу же обязана и должна убедиться в том, что запланированный объем наземной отработки РКК завершен с положительными результатами и можно принять решение о переходе к очередному, завершающему этапу летных испытаний космического цикла, и при этом созданы условия соблюдения правил безопасности, приняты необходимые условия для обеспечения запуска и орбитального полета, а также безопасности населения в районах падения отдельных частей и безопасности всех лиц, работающих по данной программе на космодроме.

Таким образом, если, как говорят испытатели, все выполнено "штатно", Госкомиссия может приступать к своей работе за месяц – два до вывоза КА и РН на космодром, который осуществляется только по ее решению. Однако это не означает, что комиссия не может начать свою работу раньше, если она создана и действует на постоянной основе. Комиссия может приступить к работе на любом этапе наземной отработки, если обладает неопровержимой информацией о нарушении технологии, существенных нарушениях графика подготовки, имеющих серьезные последствия, а также для оказания помощи отдельным организациям–участницам работы. Последнее имеет место лишь в том случае, если эта организация сделала все, от нее зависящее, но не смогла выполнить свою задачу, что приводит к

нарушению цикла работы всех других участников. Главное при этом, чтобы Госкомиссия не подменяла работу других, не навязывала режим "мелочной" опеки и контроля, а строго и разумно руководствовалась конечной целью проведения завершающего этапа летных испытаний.

Таким образом, **главная задача Госкомиссии** – эффективное проведение комплекса мероприятий, обеспечивающих выполнение целевой задачи, которая в каждом конкретном случае может быть разной (по сложности, этапности выполнения и др. параметрам). Другими словами, Госкомиссия создается для четкого скоординированного выполнения программы на завершающем этапе наземной отработки РКК и последующих работ во время орбитального полета.

Ее полномочия заканчиваются после выполнения полного объема работ, в том числе дополнительного, если это возможно по техническим условиям, написания и утверждения соответствующего отчета и представления его органу, назначившему Госкомиссию.

Без решения Госкомиссии о продолжении работ по очередному этапу госфинансирование не открывается и госсредства не выделяются, по крайней мере так должно быть. Решение Госкомиссии, согласно "Положению...", является обязательным для всех предприятий и организаций, участвующих в реализации жизненного цикла РКК(С).

Основными **документами** для организации и проведения **работы** Госкомиссии являются "Закон о космической деятельности"; директивные документы по разработке и испытаниям космических комплексов и систем, изготовлению и поставке входящих в них составных частей; тактико-технические требования Государственного заказчика космической системы; программа летных испытаний и полета КК; руководящая и нормативно-техническая документация, определяющая порядок создания, производства и испытаний космической техники; положение о Госкомиссиях.

Несмотря на большое количество нормативных и руководящих документов, в практике работы Госкомиссий часто встречаются вопросы, требующие творческого осмысления и принятия необходимых решений, которые в последующем могут быть включены в указанные документы. Например, могут ли быть привлечены для работы в Госкомиссии иностранные представители? Впервые иностранные специалисты (Франция) участвовали в работе Госкомиссии на космодроме Байконур в декабре 1989 г. при запуске астрофизической обсерватории "Гранат", а позднее и КА "Интербол".

Как правило, **Председатель Госкомиссии** назначается из головного Министерства (ведомства) – заказчика ракетно-космического комплекса из числа специалистов, имеющих соответствующую компетенцию, полномочия и практический опыт проведения испытательных работ с космической техникой. Согласно "Положению...", Председатель отвечает за общее руководство проведением летных испытаний и организацию работы Госкомиссии; организацию подготовки, обсуждения и утверждения задач испытаний, планов работы, отчетных материалов; контроль за выполнением мероприятий, обеспечивающих безопасность проведения испытаний и пуска космических систем.

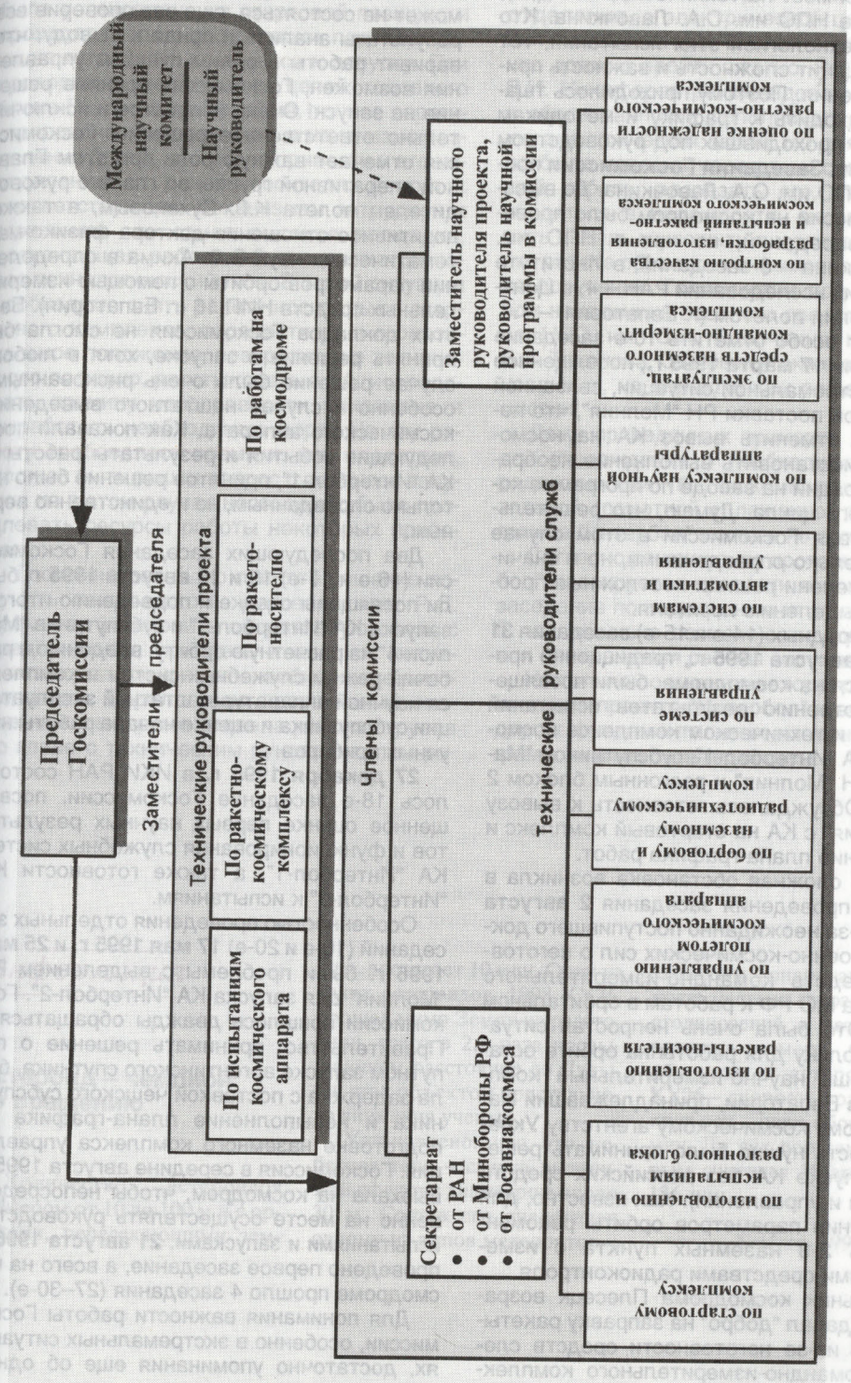
Кроме того, Председатель Госкомиссии персонально несет ответственность за организацию проведения летных испытаний космических комплексов и систем, их составных частей в соответствии с программой, а также за полноту проверки и оценки тактико-технических требований, качество и полноту выполнения всех работ, предусмотренных программой.

Председатель должен обладать соответствующими организаторскими способностями, уметь не только грамотно и четко решать все сложные вопросы с членами комиссии, но и взаимодействовать с представителями вышестоящих органов, включая руководство страны, особенно в экстремальных случаях. Кроме того, ему необходимо уметь быстро ориентироваться в любой сложной обстановке и оперативно принимать обоснованные решения, а также быть не только профессионально подготовленным человеком, но и обладать достаточно широкой эрудицией, поскольку ему приходится общаться с прессой, иностранными коллегами.

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ГОСКОМИССИИ

Но, кроме Председателя, безусловно, персональный состав определяет успех работы Госкомиссии.

Комиссия по проекту "Интербол" приступила к работе почти за 10 месяцев до фактического запуска первого КА, хотя к началу ее работы дата запуска планировалась существенно раньше. Уже на первом заседании рассматривался чрезвычайный вопрос о переносе запуска с космодрома Байконур на космодром Плесецк. Предстояло



Структурная схема Госкомиссии по запуску и управлению космическими аппаратами научного назначения

проведение предстартовых испытаний не на космодроме (из-за отсутствия подготовленных рабочих мест на технической позиции), а на заводе НПО им. С.А. Лавочкина. Кто знаком с технологией этих испытаний, тот сразу же оценит сложность и важность принятого решения. Поэтому приходилось тщательно подходить к графику и методикам испытаний, проходивших под руководством Госкомиссии. **Заседания Госкомиссии** проходили в НПО им. С.А. Лавочкина. До выезда Госкомиссии на космодром было проведено 13 заседаний, из них в НПО им. С.А. Лавочкина – 8 заседаний, в Институте космических исследований РАН – 4, в Центре управления полетом (г. Евпатория) – 1.

Следует особо отметить 10-е заседание Госкомиссии **17 марта 1995 г.**, посвященное оценке экстремальной ситуации, связанной с задержкой поставки РН "Молния", что потребовало отменить вывоз КА на космодром и приостановить выполнение необратимых операций на заводе по программе космодромного цикла. Думаю, что решительные действия Госкомиссии в этом случае были не только оправданными, но в значительной степени решили неотложные проблемы по выделению носителя.

Два очередных (14-е и 15-е) заседания **31 июля и 2 августа 1995 г.**, традиционно проводившиеся на космодроме, были посвящены рассмотрению результатов испытаний на заводе и техническом комплексе космодрома с КА "Интербол-1", субспутником "Магион-4", РН "Молния" и разгонным блоком 2 БЛ/СМ2. Обсуждалась готовность к вывозу РН "Молния" с КА на стартовый комплекс и утверждение плана-графика работ.

Весьма сложная обстановка возникла в процессе проведения заседания **2 августа 1995 г.** из-за неожиданно поступившего доклада из Военно-космических сил о неготовности средств командно-измерительного комплекса МО РФ к работам в орбитальном полете. Это была очень непростая ситуация, поскольку для работы на орбите оставался лишь научно-измерительный комплекс близ Евпатории, принадлежавший Национальному космическому агентству Украины (то есть нужно было принимать решение о запуске КА без российских средств слежения и управления). Как известно, для определения параметров орбиты рекомендовалось 2-3 наземных пункта с измерительными средствами радиоконтроля.

Начальник космодрома Плесецк возражал и не давал "добро" на заправку ракеты-носителя из-за неготовности средств слежения командно-измерительного комплекса. Однако решение должна была принять комиссия! Оценив сложившуюся ситуацию и понимая, что в случае переноса запуска он может не состояться, еще раз проверив все результаты анализа и придя к выводу, что вариант работы с одним пунктом управления возможен, Госкомиссия приняла решение на запуск! Очень непростое и исключительно ответственное решение! Госкомиссия отмечает важную роль при этом Главной оперативной группы во главе с руководителем полета К.Г. Сухановым, а также позитивное отношение доктора физико-математических наук Э.Л. Акима в определении параметров орбиты с помощью измерительных средств НИП-16 (г. Евпатория). Без этих докладов Госкомиссия не смогла бы принять решение о запуске, хотя в любом случае решение было очень рискованным, особенно в случае нештатного выведения космического аппарата. Как показали последующие события и результаты работы с КА "Интербол-1", принятое решение было не только оправданным, но и единственно верным.

Два последующих заседания Госкомиссии (16-е и 17-е) **10 и 19 августа 1995 г.** были посвящены оценке и подведению итогов запуска КА "Интербол-1" и субспутника "Магион-4" на расчетную орбиту, введению в рабочий режим служебных систем и комплекса научной аппаратуры, штатной эксплуатации субспутника и оценке начала работы научных приборов.

27 декабря 1995 г. в ИКИ РАН состоялось 18-е заседание Госкомиссии, посвященное оценке первых научных результатов и функционирования служебных систем КА "Интербол-1", а также готовности КА "Интербол-2" к испытаниям.

Особенностью проведения отдельных заседаний (10-е и 20-е) **17 мая 1995 г.** и **25 мая 1996 г.** были проблемы с выделением РН "Молния" для запуска КА "Интербол-2". Госкомиссии пришлось дважды обращаться в Правительство, принимать решение о попутном запуске аргентинского спутника, была задержка с поставкой чешского субспутника и невыполнение плана-графика по подготовке наземного комплекса управления. Госкомиссия в середине августа 1995 г. выехала на космодром, чтобы непосредственно на месте осуществлять руководство испытаниями и запусками. **21 августа 1996 г.** проведено первое заседание, а всего на космодроме прошло 4 заседания (27–30-е).

Для понимания важности работы Госкомиссии, особенно в экстремальных ситуациях, достаточно упоминания еще об одном случае, имевшем место при реализации программы "Интербол-2". Ракета-носитель в полном составе (с разгонным блоком и КА) была установлена на стартовой позиции, и проходят последние проверки, подтверждающие готовность комплекса к запуску. При проверке электрических цепей головного блока РН была обнаружена, точнее зарегистрирована неисправность в механизме разделения блока, что могло привести к его неотделению от ракеты-носителя. Доступ к соответствующим механизмам затруднен и ограничен: это самая высокая площадка, допускающая работу 2-3 специалистов через технологический люк. В такой ситуации необходимо снять ракету-носитель со стартового комплекса, перевести ее в горизонтальное положение, возвратить на техническую позицию, расстыковать с КА, исследовать причину неисправности механизма и выработать необходимые меры. На эту работу требовалось время и, как следствие, должен быть решен вопрос о переносе запуска, но в этом случае необходимо было продлевать ресурсы работы некоторых приборов.

Госкомиссией было принято решение поручить техническому руководителю Р.С. Кремневу установить оперативную связь с предприятием, привлечь к анализу ситуации специалистов и дать необходимые рекомендации. Параллельно оперативный анализ на космодроме провела рабочая группа во главе с техническим руководителем работ с космическим аппаратом на космодроме В.П. Никифоровым. Группа пришла к выводу о нарушениях в работе **не механизма отделения**, а электрической цепи включения сигнализатора. В этом случае отделение должно пройти штатно. Р.С. Кремнев и В.И. Никифоров рекомендовали убедиться в обоснованности дополнительной проверки электрических цепей. Но для этого нужно было извлечь через люк соответствующий кабель, разрезать его, "прозвонить", убедиться в надежности, снова восстановить кабель и уложить в нужное место. Вся эта работа образцово и грамотно выполнена по поручению Госкомиссии под руководством начальника военного представительства НПО им. С.А. Лавочкина полковника В.А. Тихонова. Это было также одно из рискованных, но оправданных решений Госкомиссии!

Даже приведенных примеров достаточно для утверждения о необходимости такого рода комиссии – без ее компетентной, решительной, грамотной и слаженной работы программа "Интербол" могла и не состояться.

Согласно решению, по программе "Интербол" планируется провести в конце 2000 г. заседание по подведению итогов работы за 5 лет, а также возможности продолжения или прекращения работы системы.

Не только по мнению автора, роль Госкомиссии в проекте "Интербол" и выполнении других фундаментальных космических программ не имеет альтернативы.

Информация

Астероид – чемпион по вращению

Количество астероидов размером от 10 до 100 м и с орбитами, пересекающими земную, достигает 10 млн. Один из таких астероидов, 1998 KY26, прошел мимо Земли на расстоянии, всего в 2,1 раза превышающем расстояние до Луны. Он стал объектом пристального внимания ученых.

Установлено, что это небесное тело – слегка вытянутый сфероид диаметром около 30 м. Состав его аналогичен одному из типов метеоритов – углистым хондритам. Поверхность местами сохранила следы столкновений с метеороидами разного размера. Самое необычное в астероиде 1998 KY26 – скорость вращения вокруг оси – один оборот за 10,7 мин. До сих пор самым быстрым считался Икар – период 136 мин.

Science, 1999, **285**, *557*

SETI в России: последнее десятилетие XX века*

Л.М. ГИНДИЛИС,
кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга

НОВЫЕ ИДЕИ

Наряду с продолжением экспериментальных исследований, 90-е гг. характеризовались попытками переосмыслить основания проблемы SETI и некоторыми новыми идеями и подходами к проблеме. В этом плане надо отметить разработку аксиоматики SETI (С.Ф. Лихачев), а также идеи, выдвинутые Л.В. Лесковым, В.А. Лефевром и Н.С. Кардашевым.

Аксиоматика SETI

Учитывая трудности, с которыми сталкиваются исследователи SETI при попытках дать естественнонаучное (или философское) истолкование основных используемых понятий, С.Ф. Лихачев в работе "Основания SETI (интуиционистский подход)" пошел по пути их аксиоматического введения. Например, жизнь он рассматривает как "неопределимое понятие", существующее в качестве некоторого свойства Вселенной. Затем, пользуясь аппаратом теории множеств, вводятся понятия "разумная жизнь", "сфера распространения разума", "пространство поиска разумной жизни", "канал связи" между цивилизациями и "контакт". После определения понятий вводятся аксиомы SETI. Лихачев рассматривает три группы аксиом: **аксиомы существования, аксиомы проявления и аксиомы контакта.** Далее он анализирует основные параметры поиска и дает формулу для оценки вероятности обнаружения сигнала в том или ином конкретном проекте SETI. В заключение формулируются "Глобальная стратегия SETI" и "Локальная программа SETI", рассчитанные на 10–15 лет.

Семантическая Вселенная Лескова

Новый подход к проблеме SETI развивается в последнее время Л.В. Лесковым. Отсутствие положительных результатов SETI приводит, по мнению Лескова, к необходимости поиска альтернативных решений. Не сворачивая ведущихся исследований, считает он, надо подумать о принципиально новых подходах к проблеме SETI. В основе предлагаемых им подходов лежит представление о бинарной структуре Мироздания и о роли сознания как важнейшего фактора Универсума.

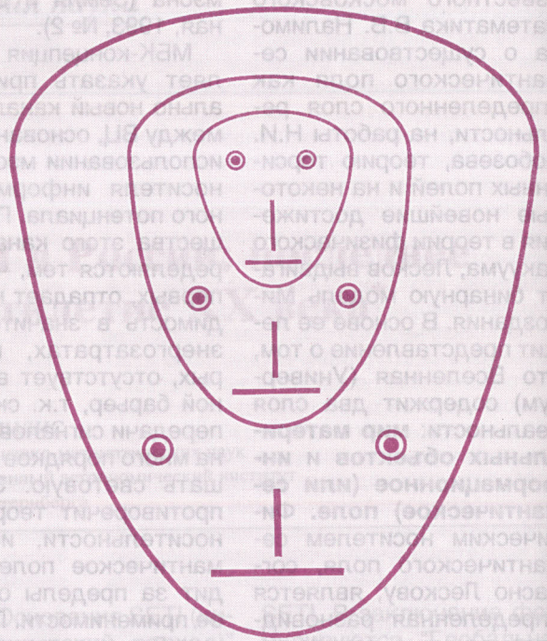
Опираясь на работы известного московского математика В.В. Налимова о существовании семантического поля как определенного слоя реальности, на работы Н.И. Кобозева, теорию торсионных полей и на некоторые новейшие достижения в теории физического вакуума, Лесков выдвигает бинарную модель Мироздания. В основе ее лежит представление о том, что Вселенная (Универсум) содержит два слоя реальности: **мир материальных объектов** и **информационное (или семантическое) поле.** Физическим носителем семантического поля, согласно Лескову, является определенная разновидность вакуума, точнее вакуумно-подобное состояние, которое он назвал **"мэоном"** (что по-гречески означает "вакуум"). Мэон может взаимодействовать с элементарными частицами вещества, участвуя таким образом в актах энерго-информационного обмена. Сознание, носитель которого – мозг, выполняет функции оператора информации, или биокомпьютера, обеспечивая взаимосвязь с семантическим потенциалом мэона. Эту модель Лесков назвал мэон-биокомпьютерной концепцией, или, сокращенно, МБК-концепцией. Согласно МБК-концепции, Вселенная, Универсум, представляет собой двустороннее единство. Одна "сторона" соответствует трехмерному физическому миру, другая – семантическому пространству мэона (Земля и Вселенная, 1993, № 2).

МБК-концепция позволяет указать принципиально новый канал связи между ВЦ, основанный на использовании мэона как носителя информационного потенциала. Преимущества этого канала определяются тем, что, во-первых, отпадает необходимость в значительных энергозатратах, во-вторых, отсутствует временной барьер, т.к. скорость передачи сигналов может на много порядков превышать световую. Это не противоречит теории относительности, ибо семантическое поле выходит за пределы области ее применимости. По мнению Лескова, центр тяжести исследований в области SETI будет смещаться из области электромагнитных излучений в новую область вакуумной технологии. Не сворачивая работ на основе традиционных радиоастрономических методов, целесообразно, в рамках существующей программы SETI, развернуть исследования в новом направлении. Вакуумный раздел программы SETI, согласно Лескову, должен включать следующие вопросы: развитие информационных аспектов теории вакуума, включая проблему кодирования и декодирования информации; взаимодействие вакуумного дальнодействия с электромагнитным полем; исследование космического шумового фона и выделение надшумовой компоненты; исследование эффекта Козырева и его следствий. Сюда следует также отнести исследование биологических и психофизиологических эффектов, обусловленных свойствами вакуума, и установление их возможной связи с проблемой SETI. Новое направление программы SETI должно быть комплексным. Нужно исследовать не только вопросы когерентной связи, но и теоретически возможные сценарии эволюции космических цивилизаций.

Космический Субъект Лефевра

Обычно под космической цивилизацией понимается некоторая система, обладающая определенными функциональными свойствами, например способностью хранить, анализировать и передавать информацию по каналам связи, способностью к абстрактному мышлению и т.д. Для построения моделей цивилизаций используются два подхода: 1) изучение и прогнозирование наиболее общих тенденций развития нашей земной цивилизации (экстраполяционный метод) и 2) изучение генеральных принципов строения, функционирования и эволюции сложных самоорганизующихся систем, применительно к космическим цивилизациям (системный подход). При этом рассматриваются такие глобальные характеристики развития, как уровень энергопотребления, об-

* Продолжение. Начало см.: № 5, 2000.



Космический Субъект В.А. Лефевра. Субъект способен осуществлять последовательные акты саморефлексии. Внешняя рожица символизирует субъекта. Меньшая, вложенная в нее, – образ себя, который имеется у субъекта; третья рожица символизирует образ себя у образа себя и т.д.

щие демографические характеристики, переход к безотходным технологиям, переход от экстенсивного развития к интенсивному.

В.А. Лефевр, известный советский психолог и математик, работающий ныне в США, предложил принципиально иной подход. Он вообще не использует "технократическое" понятие "цивилизация", а оперирует понятием "**Космический Субъект**", отличительная особенность которого – наличие **совести.** "*Наша специфическая особенность,* – пишет он, – *состоит не столько в том, что мы умны, сколько в том, что мы обладаем совестью... формальная структура совести и является тем специфическим качеством, которое характеризует класс подобных нам космических существ. Такие существа, будучи тождественны нам своими глубокими человеческими переживаниями, могут, тем не менее, быть бесконечно далеки от нас по своей физической природе*".

Лефевр развил математическую модель "субъекта", совершающего выбор одной из двух полярных противоположностей, например моральный выбор между добром и злом, и способного проводить при этом последовательные акты саморефлексии, самосознания (В. Лефевр. Космический Субъект. М., 1996). Модель нашла подтверждение в многочисленных психологических тестах. Предложенная модель может быть описана с помощью особым образом устроенной системы (цепочки) тепловых машин, где каждой машине соответствует один из "образов себя" рефлектирующего субъекта, а работа, производимая машиной, соответствует интенсивности переживания, связанного с данным "образом себя". Мощность каждой машины определяется числом циклов, которые она совершает в единицу времени. Таким образом, в модели Лефевра появляются частотные характеристики, которые можно сопоставить с частотными свойствами, присущими психической деятельности субъекта. Оказалось, что частоты, которые выбирает субъект, действующий на основе модели Лефевра, соответствуют частотам натуральных интервалов музыкального ряда. Получилось, что набор натуральных музыкальных интервалов связан не только с акустическими свойствами звуков, но и с некоторыми глубокими алгебраическими структурами, описывающими модель субъекта. Это позволило Лефевру сформулировать следующую гипотезу: "*Возможно, набор натуральных интервалов может играть роль отличительного признака, позволяющего выделять системы разумной жизни, анализируя радиоволны, оптические спектры и другие источники информации из космического пространства*".

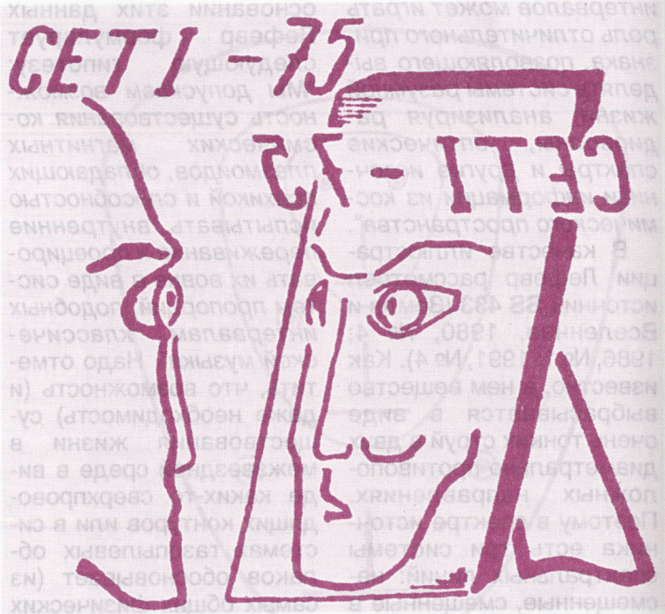
В качестве иллюстрации Лефевр рассмотрел источник **SS 433** (Земля и Вселенная, 1980, № 4; 1986, № 1; 1991, № 4). Как известно, в нем вещество выбрасывается в виде очень тонких струй в двух диаметрально противоположных направлениях. Поэтому в спектре источника есть три системы спектральных линий: несмещенные, смещенные в красную сторону и смещенные в синюю сторону. Лефевр взял три наиболее выраженные линии H_α, H_β, H_γ. Вместе со смещенными линиями они образуют набор из девяти частот. Оказалось, что соотношение этих частот с большой точностью соответствуют интервалам музыкального ряда. Это тем более удивительно, что смещение линий зависит от скорости выброса и угла между направлением выброса и осью прецессии. Достаточно немного изменить параметры, и соотношение частот изменится. Любопытно, что частоты линий, несмещенных и смещенных в красную область (шесть частот), образуют до-мажорную последовательность, а частоты линий, несмещенных и смещенных в синюю область, составляют до-минорную последовательность. На основании этих данных Лефевр формулирует следующую гипотезу: "*Мы допускаем возможность существования космических магнитных плазмоидов, обладающих психикой и способностью испытывать внутренние переживания и проецировать их вовне в виде систем пропорций, подобных интервалам классической музыки*". Надо отметить, что возможность (и даже необходимость) существования жизни в межзвездной среде в виде каких-то сверхпроводящих контуров или в системах газопылевых облаков обосновывает (из самых общих физических соображений) один из крупных современных физиков-теоретиков Фримен Дайсон.

В последние годы Лефевр привлек к своим исследованиям известного московского астронома Ю.Н. Ефремова. В своем подходе к проблеме Лефевр и Ефремов исходят из очень важного положения: они считают, что поиск космических цивилизаций приобретет статус строго научной задачи, если удастся создать теоретическую модель мира, естественной компонентой которой стал бы разумный субъект. Такая модель должна связать феномен разума с физической картиной Вселенной и указать нам возможные наблюдаемые признаки искусственной деятельности (Земля и Вселенная, 2000, № 5). В связи с моделью Лефевра исследователи отмечают, что математическая структура ее представляет собой универсальное описание любой высокоразвитой системы, обладающей главной особенностью человека – субъективным внутренним миром и способностью его многократно отражать. Естественно предположить, что, создавая свое внешнее самоописание, система пользуется языком этого инварианта. Например, в излучении рентгеновского источника – Быстрого Барстера, проявляются закономерности модели Лефевра. Но наибольшее впечатление, на мой взгляд, производит приложение этой модели к черным дырам: авторы обращают внимание на удивительную параллель между внутренним миром черной дыры в модели Керра и психологической моделью рефлексирующего (многократно осознающего себя) субъекта. Роль черных дыр в проблеме SETI анализировалась также Н.С. Кардашевым.

Космология и SETI. Зеркальное вещество и топологические туннели

Интересные соображения о возможных путях эволюции ВЦ и вытекающей отсюда стратегии их поиска развивает в последние годы академик Н.С. Кардашев на основе анализа современных космологических данных. Прежде всего он обращает внимание на неожиданное и очень важное открытие – обнаружение

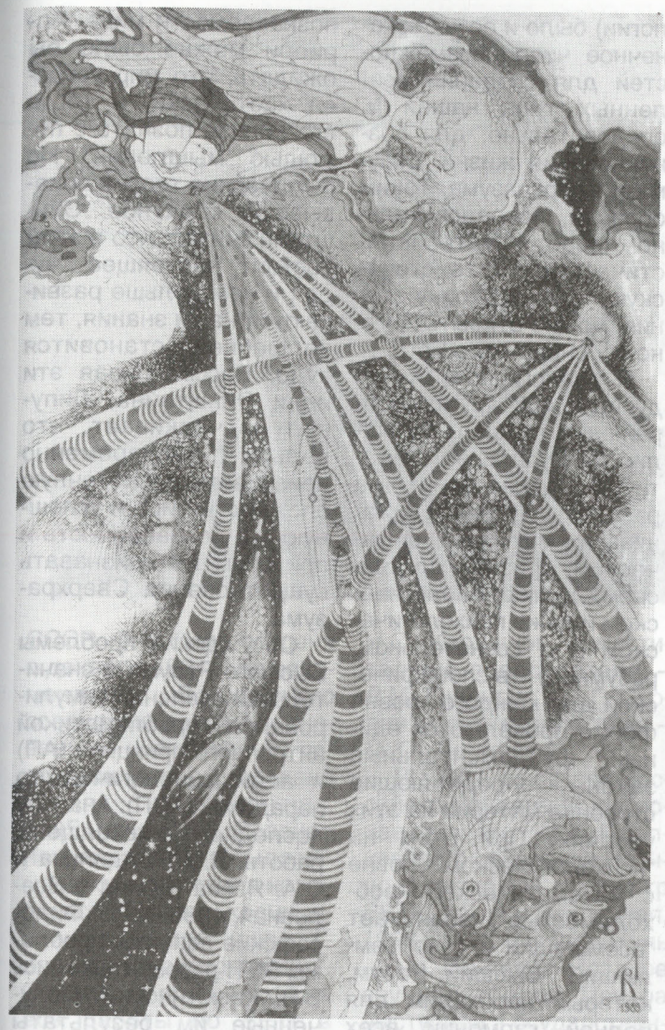
Зеркальные цивилизации. Эмблема Зеленчукской школы-семинара CETI



твердого пылевого вещества в самых далеких галактиках. Отсюда вытекает, что строительный материал для формирования планет типа Земли был готов уже спустя миллиард лет со времени начала расширения нашей Вселенной. Если считать, что время, прошедшее от окончания формирования Земли до появления на ней современной цивилизации (5 млрд лет), типично и для других областей Вселенной, то можно заключить: первые цивилизации во Вселенной появились спустя 6 млрд лет после начала расширения, т.е. они на 7 млрд лет старше нашей (принимая возраст нашей Вселенной в 13 млрд лет). Уровень развития подобных цивилизаций трудно себе представить! Но, согласно современным космологическим воззрениям, наша Вселенная – лишь одна из многих мини-вселенных, возникающих из "кипящего" физического вакуума. В совокупности все эти вселенные образуют "Большую Вселенную", которая существует бесконечно. Следовательно, в ней могут существовать цивилизации любого возраста.

Принято считать, что различные мини-вселенные не взаимодействуют между собой. Кардашев полагает, что при определенных условиях такое взаимодействие все же не исключено. Это зависит от топологической структуры пространства. В ряде теоретических работ показана возможность существования топологических туннелей, соединяющих любые сколь угодно отдаленные области Метагалактики или различные мини-вселенные в Большой Вселенной. Система из двух туннелей, обеспечивающая движение вещества и излучения в прямом и обратном направлениях, для внешнего наблюдателя будет весьма сходной с двойной системой, состоящей из черной и белой дыр. Через аналог черной дыры возможен проход из одной части нашей Вселенной в другую ее часть или в другую вселенную. Через аналог белой дыры возможен доступ к нам из отдаленных областей нашей Вселенной или из других вселенных. Отметим, что идея топологических туннелей использована в романе "Контакт" известного американского астрофизика Карла Сагана.

Второе обстоятельство, на которое обращает внимание Кардашев, это известная проблема "скрытой массы". Удивительно, но факт – все, что мы знаем о Вселенной, основано на изучении лишь 5% ее массы, состоящей из обычного вещества (в основном это барионы, образующие ядра атомов водорода, гелия и других химических элементов). А 95% массы относится к ненаблюдаемой материи, природа которой пока неизвестна. Кардашев полагает, что значительная часть скрытой материи может быть связана с так называемым *зеркальным веществом*. Напомним, что современная физика элементарных частиц принимает в качестве фундаментального постулата симметрию между правым и левым. Отсюда следует, что каждая частица должна иметь зеркальный аналог. Из них могут быть образованы зеркальные атомы, молекулы, звезды, галактики и... внеземные цивилизации. При этом частицы и другие объекты нашего мира могут взаимодействовать с зеркальными **только гравитационно.** В зеркальной Вселенной должен быть свой спектр электромагнитного излучения, но для нас он невидим и необнаружим никакими приборами. Зеркальная материя может располагаться в отдельных областях пространства или быть перемешанной с нормальной материей. Обсуждались различные возможности существования зеркальных объектов: в виде двойных звезд, одна из которых – зеркальная или даже в виде зеркальных объектов внутри Солнца и Земли...



Картина художника П. Лукьянца, посвященная программе "Зодиак", в детском центре "Орленок"

Возможен ли обмен информацией между нашим и зеркальным миром? Поскольку зеркальная материя взаимодействует с нашей только гравитационно, то и обмен информацией с зеркальными цивилизациями осуществим тоже только с помощью гравитации. Простейший способ контакта – воздействие зеркальных масс на наши гравиметры (и наоборот) с близких расстояний. При больших расстояниях остается использовать гравитационные волны.

Впрочем, Кардашев указывает еще на одну возможность, связанную с излучением Хокинга черными дырами. Это излучение имеет три составляющие: электромагнитное, гравитационное и корпускулярное. При наличии зеркальной материи излучение Хокинга удваивается. Если научиться управлять излучением Хокинга за счет изменения массы черной дыры (путем изменения темпа аккреции), то можно передавать информацию и с помощью электромагнитного излучения.

Научно открываемый Бог

В середине 90-х гг. В.М. Липунов опубликовал вызвавшую широкий резонанс статью под названием "Научно открываемый Бог" (Земля и Вселенная, 1995, № 1). Он совершенно справедливо обращает внимание на то, что, вопреки предубеждению, в допущении Сверхразума нет ничего ненаучного. Действительно, время существования Вселенной (10^{10} лет) на восемь порядков превосходит характерное время развития технологической цивилизации (100 лет). Это значит, что за время существования Вселенной цивилизации могут достигать уровня, который в $10^{43000000}$ (!) раз превышает уровень развития нашей цивилизации. Проблема, к которой приводит бесконечность, или практическая бесконечность ($10^{43000000}$) существования Вселенной, сводится к тому, что природа, способная бесконечно долго рождать жизнь, рано или поздно должна произвести на свет Сверхразум. Это, как подчеркивает Липунов, хорошо понимал К.Э. Циолковский. Его идея о Разумной Вселенной вполне естественна для научного подхода. Если Вселенная жила бесконечно долго, она неизбежно должна была породить Сверхразум. И хотя время существования нашей Вселенной не бесконечно велико, у природы (с точки зрения современной квантовой космологии) было и есть бесконечное число возможностей для создания вселенных типа нашей и, следовательно, для возникновения жизни, разума и Сверхразума. Таким образом, последовательно проводя материалистическую, атеистическую, научную точку зрения, можно открыть научно обоснованного Бога...

К аналогичному выводу, исходя из других соображений, пришел Г.М. Идлис. Ему удалось математически показать, что на различных уровнях организации материи – физическом, физико-химическом, химико-биологическом и даже психологическом (т.е. сознательном, разумном) – в специфической для каждого уровня форме проявляются единые фундаментальные законы, определяющие строение материи на этих уровнях. При этом на "психологическом" уровне с математической необходимостью возникает "всемогущий и всеобъемлющий" Высший Разум, который необходим для полной гармонии всех фундаментальных структурных элементов материи". Важно подчеркнуть, что этот вывод получен не из философских умозаключений, а на основе строго научного анализа (В.И. Кузнецов, Г.М. Идлис, В.Н. Гутина. Естествознание. М., 1996. Книга издана от имени Российской академии наук).

Липунов, в связи с проблемой Высшего Разума, обращает внимание на замечание А. Эйнштейна о познаваемости мира. Априори можно было бы ожидать, что мир устроен хаотически, и тогда его нельзя познать с помощью мышления. Но физические теории показывают обратное. Эйнштейн считал, что в этом состоит настоящее "чудо"; и чем дольше развиваются наши знания, тем волшебнее становится чудо. Рассматривая эти идеи Эйнштейна, Липунов подчеркивает, что нельзя одновременно признавать бесконечную сложность мира и успешную его познаваемость и при этом не признавать существование Сверхразума.

Обсуждение проблемы Высшего Разума в значительной степени стимулировалось проблематикой антропного принципа (АП) и астросоциологического парадокса (АСП). Анализу последнего посвящены работы Л.М. Гиндилиса и С.А. Язева (Земля и Вселенная, 1998, № 1). Философские аспекты проблемы SETI разрабатывались В.В. Казютинским. Полученные им результаты обобщены в его докторской диссертации "Традиции и революция в современной астрономии" (М., 1999).

Организации SETI в России

Первой организацией SETI в России была секция "Поиски сигналов внеземных цивилизаций" при Научном Совете по комплексной проблеме "Радиоастрономия" АН СССР. Она была создана в декабре 1964 г. по рекомендации Всесоюзного совещания по поиску внеземных цивилизаций, состоявшегося в Бюракане (Земля и Вселенная, 1995, №№ 3, 4). Позднее название секции было изменено, и она стала называться "Поиски космических сигналов искусственного происхождения". Секция координировала все работы по SETI в СССР и в России. Многие годы, с момента образования, ею руководил известный советский и российский ученый Всеволод Сергеевич Троицкий. В 1999 г. в связи с реорганизацией научных советов Академии наук секция (под названием "Поиски внеземных цивилизаций") вошла в состав вновь образованного научного совета по астрономии (НСА) РАН. Председателем секции избран Н.С. Кардашев, заместителями председателя – Л.М. Гиндилис и В.Г. Сурдин, ученым секретарем – М.Ю. Тимофеев.

В 1992 г. в составе Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского образован Научно-культурный центр SETI (Земля и Вселенная, 1993, № 3), руководитель – Л.М. Гиндилис. Позднее соучредителями Центра выступили Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга и Астрокосмический центр ФИАН. НКЦ SETI ведет работу в тесном сотрудничестве с секцией "Поиски внеземных цивилизаций" НСА РАН. При Центре работает постоянно действующий семинар по космической философии, которым руководит В.В. Казютинский, издается Информационный бюллетень НКЦ SETI. Ведется наблюдательная программа по поиску внеземных цивилизаций (Л.Н. Филиппова). Совместно с секцией поддерживается сайт в Интернете "RUSSIAN SETI"(http://comet.sai.msu.ru/SETI).

Еще один русскоязычный сайт, посвященный проекту "SETI@home", создал И. Галявов (его адрес: windoms.sitek.net/~hiciv/seti-index.html).

Участники программы "Зодиак" на фоне радиотелескопа "Аэлита" в детском центре "Орленок"

Педагогика SETI

Одно из направлений деятельности в области SETI связано с педагогикой. В Московском городском дворце творчества детей и юношества (МГДТДиЮ) в начале 90-х гг. был создан Детский центр SETI как фи-

лиал Научно-культурного центра SETI, работал учебно-научный семинар SETI, издавалась серия брошюр "SETI: поиск внеземного разума" для заочного аэрокосмического образования. Там же в рамках клуба "Космос и человек" (руководитель И.А. Феодулова) проводились лекции, беседы, диспуты по тематике SETI, был разработан и апробирован цикл лекций для старших школьников "Человек и Вселенная". Выполнялись некоторые другие программы.

В 1998 г. Ярославским педагогическим университетом издано первое учебное пособие по SETI: Н.И. Перов. Проблема поиска внеземных цивилизаций в Метагалактике. Примеры и задачи. Учебное пособие. Ярославль, 1998.

С начала 90-х гг. во Всероссийском детском центре "Орленок" выполняется педагогический проект любительского SETI "Аэлита". Он включает поиск радиосигналов с помощью 3-м параболической антенны, переданной "Орленку" Специальной астрофизической обсерваторией (САО) РАН.

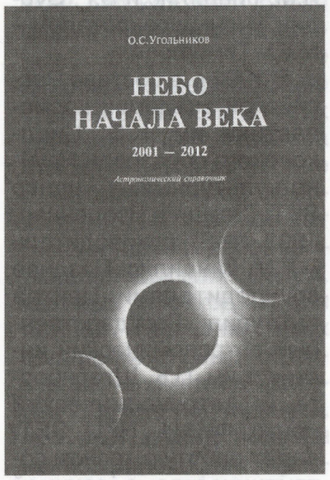
Нет необходимости здесь подробнее останавливаться на анализе оригинальной педагогической программы SETI, разработанной Л.Н. Филипповой, поскольку этому посвящена специальная публикация[1].

Последнее десятилетие XX века оказалось неожиданно плодотворным для исследований SETI в России. Что ожидает нас в XXI веке? Можно думать, что мы столкнемся с совершенно неожиданными открытиями, которые коренным образом изменят наши представления о жизни во Вселенной и Космическом Разуме.

[1] См. статью Е.П. Левитана и Л.Н. Филипповой "К обучению астрономии через педагогику SETI".

НОВЫЕ КНИГИ

Небо начала века



Книга со столь броским заглавием ("Небо начала века", автор О.С. Угольников, издатель А.Д. Сельянов. М., 2000) содержит информацию об астрономических явлениях 2001–12 гг., представляющих особый интерес для любителей астрономии. Это затмения, прохождения Меркурия и Венеры по диску Солнца, покрытия Луной планет и ярких звезд, видимые с территории России и Белоруссии. Да, в начале XX в. мы сможем увидеть два прохождения Меркурия и два прохождения Венеры по диску Солнца. Второе событие – редчайшее. Предыдущее было в 1882 г., а следующее состоится только в 2117 г.

Как справедливо отметил автор в начале книги, надобность в эфемеридах, составляющих 90% содержания астрономических календарей, с развитием компьютерной техники резко пошла на убыль. А вот необходимость знать условия самых интересных астрономических явлений, приуроченных к месту и времени наблюдений, сохраняется. Таких явлений в книге приведено 177. В конце книги – таблицы Луны (фазы, даты прохождения узлов, перигея и апогея), конфигурации планет, полный список солнечных затмений (их будет 26 за 12 лет), координаты городов.

Но эта книга – не только набор таблиц и карт. Открывают ее несколько статей, объясняющих, что такое астрономические явления, когда и почему они происходят. Приводятся полезные рекомендации наблюдателям, основанные, в том числе, и на личном опыте автора. Дается обстоятельное, художественное описание явлений 2001–12 гг. с некоторыми любопытными подробностями. Например, город Горно-Алтайск можно смело назвать столицей затмений, или "аномальной зоной": за 12 лет там можно будет увидеть семь затмений, из них два полных.

К обучению астрономии через педагогику SETI

Е.П. ЛЕВИТАН,
доктор педагогических наук

Л.Н. ФИЛИППОВА
Научный культурный центр SETI
Российской академии космонавтики
им. К.Э. Циолковского

Посвящается 25-летию обсерватории Всероссийского детского центра "Орленок"

ДЕТИ И SETI

Одним из негативных и весьма тревожных явлений, связанных с происходящими в нашей стране социально-экономическими процессами, стало наблюдаемое педагогами-практиками падение интереса к учебе у многих школьников. Здесь, вероятно, наметилась некоторая общая тенденция, которую пока не могут стереть ни радующие успехи любознательных и одаренных ребят на олимпиадах, ни рост числа абитуриентов, стремящихся продолжить свое образование в высшей школе. В такой большой стране, как наша, где в средних школах обучаются десятки миллионов детей, успешность обучения большинства вырастает в труднейшую проблему системы образования. Но как обучить детей, безразличных к учебе (или вообще не желающих учиться!)?

Из психологии известно, что успешная учебная деятельность должна быть мотивирована. Интерес к учебе может выступать в роли мощного мотива, открывающего необозримые перспекти-

вы в деятельности обучаемого и обучающего. Детям, интересующимся тем или иным учебным предметом, неведомы пресловутые "перегрузки", потому что заниматься любимым делом легко и радостно. Новизна изучаемого предмета, оригинальность используемых методов обучения порождают то, что психологи определяют как "интерес-возбуждение", понимая под этим особое чувство, включающее в себя не только любопытство и захваченность, но и зачарованность предметом изучения, стремление узнать о нем как можно больше. И не только просто узнать, но и что-то сделать самому – построить прибор, выполнить эксперимент, наблюдения и т.п. "Интерес-возбуждение" открывает дорогу к творчеству учащегося, но ведь одолеть ее дано не каждому. Очень часто "первичная увлеченность" довольно быстро затухает, исходное вдохновение уходит в прошлое, хотя и запоминается надолго, иногда на всю жизнь.

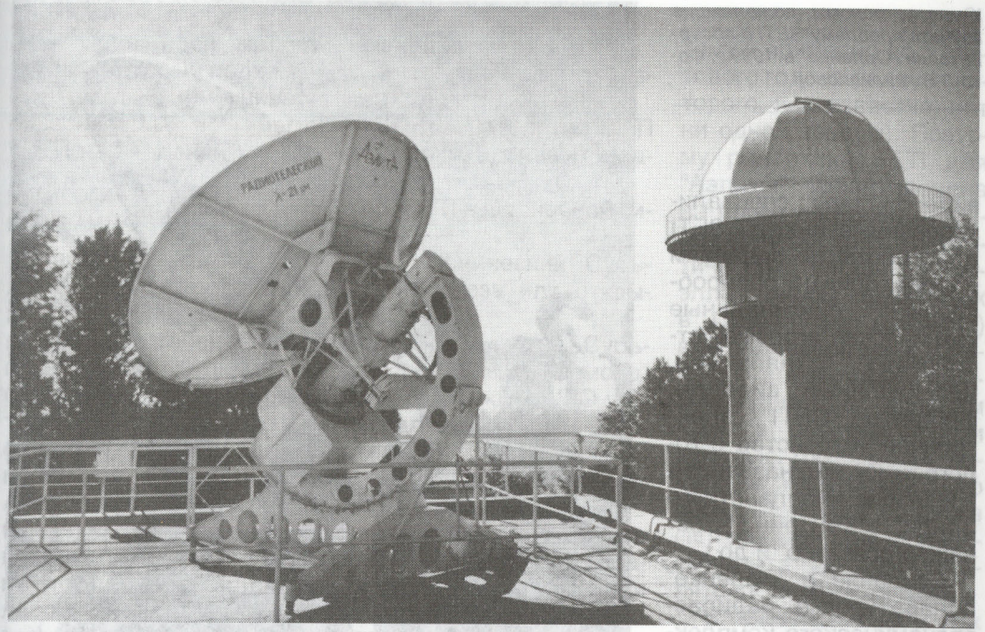
Эти общие соображения имеют непосредственное отношение даже к астрономии. Почему "даже"? Потому что такова специфика науки о Вселенной, науки, способной сравнительно легко увлечь практически каждого, кому в детстве посчастливилось учиться у замечательного педагога, услышать прекрасного лектора, прочитать хорошие популярные книги и журналы.

В настоящее время мало кто сомневается в том, что к числу фундаментальных идей методики обучения астрономии относится идея, согласно которой изучение астрономии может и должно играть роль мотива во всей учебной деятельности школьников (а может быть, и студентов?). Но для этого, как неоднократно подчеркивал один из авторов этой статьи, астрономия должна стать системообразующим учебным предметом, потому что "мгновенное" или сравнительно кратковременное "астрономическое воздействие" не приведет к устойчивому эффекту.

Более того: существует и проблема поддержания и развития бурно возникшего интереса к самой астрономии! Ведь и его можно "засушить". В свое время патриарх советской методики преподавания астрономии профессор Михаил Евгеньевич Набоков мудро поучал: "Учение – не развлечение!" Да, в этом есть доля истины. Не лишено истины утверждение и о том, что скучное учение – тоже не учение! Все это прекрасно понимают педагоги-практики, придумывающие множество увлекательных учебных мероприятий (вечера занимательной астрономии, уроки-диспуты, викторины и т.д., к сожалению, иногда просто занимающие время, а не являющиеся занимательными...).

По-видимому, необходимы не только (и не столько!) эпизодические "интересные импульсы", сколько определенная система формирования устойчивого интереса к изучению астрономии. Такой интерес не исчезнет без следа в школьные годы, а сохранится и во взрослой жизни человека, давно завершившего свое школьное образование. Совершенно необычный вариант подобной системы представляет собой "педагогика SETI".

Поиск внеземного разума (а это и есть SETI – Search for Extraterrestrial Intelligence) вызывает огромный интерес у людей различного возраста и уровня образования. Интересует эта проблема, конечно, и школьников (Земля и Вселенная, 1998, № 5, 6). Они с нетерпением ждут урока (или факультативного занятия), на котором, наконец, им расскажут что-нибудь об инопланетянах... А что если посвятить проблеме SETI не одно заветное занятие, а превратить ее в сквозную, пронизывающую ряд важнейших тем курса астрономии? Это и пыталась делать Л.Н. Филиппова на протяжении многих лет во Всероссийском детском центре на Кавказском побережье Черного моря, где еще в 1960 г. началось строительство пионерского лагеря "Орленок". В далекие 60-е никто не представлял, что через три десятилетия именно здесь, впервые в России, к поискам внеземных цивилизаций подключатся дети, которые,



Астрономическая обсерватория в "Орленке", октябрь 1999 г. Фото Л.Н. Филипповой

подобно взрослым исследователям, будут с помощью радиотелескопа с надеждой вслушиваться в небо...

ЛАБОРАТОРИЯ SETI В ОБСЕРВАТОРИИ "ОРЛЕНКА"

В "Орленке" ежегодно отдыхают тысячи ребят со всей России. Именно здесь удалось создать учебно-исследовательскую лабораторию астрономической обсерватории (УИЛАО), где ребята, интересующиеся научной проблемой ВЦ (внеземных цивилизаций), смогут немало узнать о прошлом, настоящем и будущем SETI, попытаются осмыслить интеллектуальные достижения и нравственно-культурные ценности земной цивилизации.

Основные задачи УИЛАО следующие:

– на базе учебного практикума SETI научить элементарным навыкам общения с аппаратурой радиотелескопа "Аэлита";

– предоставить возможность детям лично участвовать в увлекательных патрульных радионаблюдениях неба и впоследствии осмыслить результаты наблюдений;

– научить отыскивать на звездном небе созвездия, где находятся "звезды-кандидаты SETI", а также сами звезды (из числа ярких и доступных наблюдениям в данное время года) с помощью оптической астрономической техники (телескопа, трубы или бинокля);

– привлечь ребят к работе над творческими заданиями и участию в "SETI-играх".

Учебно-исследовательская лаборатория SETI использовала техническую базу обсерватории (радиотелескоп "Аэлита", оптический телескоп системы Ньютона "Мицар-М", астрономическую трубу АТ-1 и бинокли); телевизор с видеомагнитофоном; учебно-наглядные пособия (демонстрационную карту звездного неба, подвижные карты звездного неба, звездные карты и атласы А.А. Михайлова и А. Бечваржа), а также самодельные авторские пособия (стенды по SETI, информационные карточки и другой раздаточный материал;

Юные астрономы, пожелавшие изучать проблему SETI в обсерватории "Орленка" в 1999 г. Фото Л.Н. Филипповой

видеофильмы; специализированные анкеты SETI для работы по заданиям лаборатории); разнообразные оригинальные технические игровые устройства (например, "Электронный видеодешифратор CETI", электронное устройство с голограммой над названием "Послание инопланетного Зонда", "Контейнер-тренажер-осязатор" и др.).

Создание в "Орленке" аппаратурного радиоастрономического комплекса "Аэлита" вывело на качественно новый этап "педагогику SETI" в обсерватории – от "игры в CETI к SETI". (CETI – в первоначальном смысле "Communication with ETI", а потому "игра в CETI" означает "игру в "Контакт").

Диаметр параболической антенны радиотелескопа РТ-3 "Аэлита" – 3 м (эта антенна использовалась ранее на РАТАН-600 для наблюдений Солнца). ИРФЭ Армении подарил супергетеродинный приемник с двойным преобразованием, работающий в одноканальном режиме на волне 21 см (с регистрацией на ленте самописца "КСП-4"). С 1991-го по 1995 г. было накоплено 1015 ч записей патрульных наблюдений неба на волне 21 см, из них 180 ч – непосредственные наблюдения с детьми. По данным журнала наблюдений и при просмотре лент самописца, помимо обычной шумовой дорожки, четко просматриваются радиоизлучение Солнца, сетевые помехи, отдельные сигналы военных локаторов, а иной раз – экзотические конфигурации "сигналов", беспорядочно рассеянных во времени, которые мы классифицировали как РАЯ – радиоаномальные явления (весьма затруднительные как для отождествления с астрономическими объектами, так и для объективной интерпретации). Мы считаем своим приятным долгом отметить, что идею создания УИЛАО и педагогический проект "Аэлита" в разное время на разных этапах активно поддерживали многие крупнейшие российские ученые. В их числе – академики Н.С. Кардашев и Ю.Н. Парийский, доктора и кандидаты наук Л.М. Гиндилис, Н.Т. Петрович, М.Г. Мингалёв – заместитель директора САО РАН (по РАТАН-600), начальник Управления ВДЦ "Орленок" В.А. Солдатов, В.С. Стрельницкий, заведующий обсерваторией "Орленок" С.С. Войнов.

23 июля 1991 г. на наблюдательной площадке обсерватории "Орленка" был торжественно дан старт SETI на радиотелескопе "Аэлита". Дети дружины "Звездная" перерезали ленту со словами "SETI – поиск внеземных цивилизаций" и под аккорды "космических позывных Земли" (музыкальный руководитель дружины И. Киреев) рядом с радиотелескопом подняли "флаг SETI" (он разработан в "Орленке" на основе идеи "флага Земли", который поднимается в Огайском университете США во время "SETI-наблюдений").

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА SETI

Работа с детьми в "Орленке" ориентирована на временные детские коллективы. В течение смены (от 24 до 30 дней) ребята посещают обсерваторию по расписанию (в среднем 2 раза в неделю по 2 ч, т.е. всего 6-8 раз). Аналогично, по расписанию, проходят и занятия по тематике SETI в учебно-исследовательской лаборатории. Возраст ребят – 12-14 лет. В обычные (не "тематические") смены ребята, желающие заниматься SETI, как правило, не знакомы с астрономией. Поэтому необходимо дать им элементарные знания. Если же в "Орленке" проводится смена "юных астрономов" и к проекту "Аэлита" подключаются эрудиты, то их особенно интересует исследовательская деятельность, хотя и в этом случае в распоряжении детей обсерватория будет всего одну смену.

Суть педагогической программы SETI в "Орленке" мы покажем на примере работы УИЛАО во время смены "юных астрономов" в дружине "Звездная" (октябрь 1999 г.).

Занятия проводились по следующим основным темам:

1. Проблема поиска внеземных цивилизаций (введение).
2. Где искать внеземные цивилизации.
3. Послания землян внеземным цивилизациям.
4. Итоги 40-летия SETI и обзор загадочных сигналов.
5. SETI в Солнечной системе.
6. Космический Субъект: гипотеза или открытие?
7. Космический Субъект "разумный плазмоид" дает о себе знать? О чем сигналит Быстрый Барстер (ББ)?
8. SETI в Интернете (1-2 занятия).
9. Загадочная уфология.
10. Заключительное занятие (представление и защита творческих проектов).

Каждое занятие включало:

– лекцию (или беседу) по новой теме,

– работу ребят с раздаточным материалом и самостоятельную работу по заданиям лаборатории (в форме письменных ответов на вопросы специализированных анкет по тематике SETI),

– ознакомление с итогами личного первенства в конкурсе "Звездный марафон" (проходил в течение 8 занятий),

– просмотр видеосюжетов (фантастических и документальных) по теме занятия,

– дежурства патрульной группы: наблюдения радионеба на радиотелескопе "Аэлита" с необходимыми записями в журнале наблюдений.

"Приемные" возможности радиотелескопа "Аэлита" простираются через всю Солнечную систему и примерно до 1 светового года (в радиусе которого, как известно, нет ни одной звезды). Поэтому романтика SETI для "Аэлиты" ориентирована на поиск сигналов от передатчиков типа гипотетических "Зондов Брэйсуэлла" (якобы прибывших в Солнечную систему!) или радиоаномальных явлений неизвестного происхождения в ближнем космосе. Типичные помехи (сетевые, грозовые, от локаторов и другие местного происхождения), а также сигналы ИСЗ с накоплением опыта удается отделять от "необъяснимых".

В течение смены "юных астрономов" (за октябрь 1999 г.) на ленте самописца "Аэлиты" накопились сигналы, природу которых надо было выяснить. Зная наклон антенны к горизонту, ребята учились с помощью приспособления на подвижной карте звездного неба определять область созвездия, "проплывавшего" над антенной в моменты записи "экзотических сигналов" на ленте самописца.

К сожалению, в рамках небольшой статьи невозможно проанализировать содержание теоретического материала, включенного в каждое из занятий. Ограничимся лишь краткими замечаниями. Прежде всего перечислим некоторые основные астрономические понятия, с которыми мы знакомим детей:

– астрономическая единица, световой год, парсек;

Л.Н. Филиппова с Настей Жеребовой (г. Брянск, слева) и Леной Луценко (г. Брянск, справа). Перед ними лента записей самописца (радионаблюдения в течение смены "юных астрономов" осенью 1999 г.)

– звездная величина, спектры и светимости звезд;

– экваториальные координаты;

– звездные карты и атласы;

– оптические и радиотелескопы;

– солнцеподобные звезды, звездные скопления;

– пульсары;

– физические условия на планетах Солнечной системы и их спутниках;

– радио- и рентгеновские источники излучения;

– планетные системы других звезд;

– загадочные космические объекты (SS 433 в Орле и источник вспышки в рентгеновском диапазоне MBX 1730-335 в Скорпионе (он же – Быстрый Барстер).

Обсуждаемый на занятиях Космический Субъект – экзотический тип внеземного интеллекта (главный персонаж гипотезы В.А. Лефевра и Ю.Н. Ефремова, Земля и Вселенная, 2000, № 4). На занятиях используются не только публикации, но также видеосюжет с выступлениями В.А. Лефевра и Ю.Н. Ефремова о форме существования и морали Космических Субъектов.

Знакомство с возможностями Интернета по проблематике SETI предусматривает посещение сайтов (RUSSIAN SETI, САО РАН, SETI-Институт США, ФАН-Клуб "Вавилон-5", "Астрономическая картинка Дня" NASA, SETI Каталог "внесолнечных планет" и др.).

Необходимо хотя бы упомянуть коллективный итог работы ребят в учебно-исследовательской лаборатории SETI в "Орленке" – программу "Звездное Трио для SETI" (составленную из трех выбранных ребятами солнцеподобных звезд).

АНКЕТЫ SETI

Особая форма активизации мыслительной деятельности ребят на наших занятиях – анкеты SETI. Анкеты предлагаются детям почти на каждом занятии и, как мы сейчас покажем, содержат вопросы разного уровня: от элементарных (или даже чисто формальных) до достаточно сложных философских.

Пожалуй, наиболее полное представление о вопросах (иногда и о подсказках, содержащихся в них), а также об ответах ребят дадут приведенные ниже анкеты.

АНКЕТА SETI-1999 № 1

1. *Фамилия, имя*: Жеребова Анастасия *Ск. лет*: 14

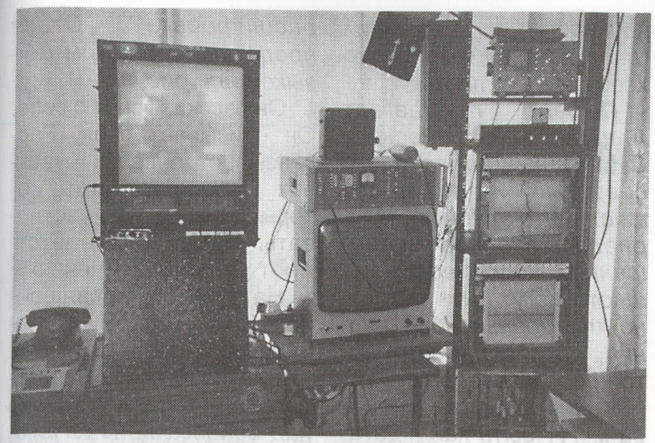
2. *День, год рожд.*: 5.10.84 г. *Знак Зодиака*: Весы

3. *Дружина*: "Звездная". *Отряд*: 11. *Класс*: 9

ФИО вожатых: Васильева Ольга, Савченко Лена

4. *Делегация*: г. Брянск. *Смена*: 10. *Дата*: 1.10.99

5. *В каких студиях, дополнительных кружках (секциях), школах Вы занимаетесь у себя дома?*



Аппаратура для патрульных радионаблюдений неба и пособия для проведения теоретических занятий. Справа вверху "флажок SETI". Фото Л.Н. Филипповой

Музыка, бассейн, дзюдо, волейбол.

6. *Область Ваших личных интересов и хобби?*

Баскетбол, волейбол, вышивка.

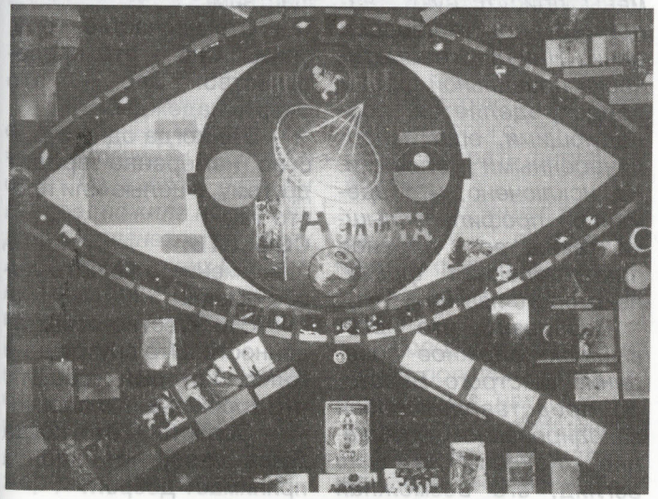
7. *Какие проблемы, вопросы (возможно, текущей жизни в "Орленке", политики, религии, нашей планеты Земля, Вселенной...) Вас волнуют или интересуют? Желательно написать конкретно.*

Контакты с инопланетянами.

8. *Ваши главные впечатления от просмотра фантастических видео- или кинофильмов о космических контактах? Напишите названия фильмов, которые вспомните.*

"Дюна", "Планета обезьян", "Ангар 18". Конечно, фильмы мне очень понравились. Хорошие эффекты, но все-таки они очень пугают нас контактом с инопланетянами. Но я надеюсь, что разумные существа окажутся более добрыми и дружелюбными, но если они все-таки такие злобные, то мы должны защитить Землю и ее обитателей.

9. *Нужен ли человечеству Контакт с инопланетянами?*



Стенд, посвященный проекту "Аэлита" и SETI в программе "Зодиак". Огромный глаз в центре стенда вмещает в себя основную информацию. Фото Л.Н. Филипповой

тянами? ДА. НЕТ. (Нужное подчеркнуть). Напишите, почему так думаете.

Поделиться опытом, открыть что-то новое, найти жизнь на другой планете, чтобы самим на них жить и размножаться.

АНКЕТА SETI-1999 № 5

1. *Фамилия, имя*: Луценко Лена. *Отряд*: 11. *Дата*: 8.10.99

2. *В 1996 г. в своей книге "Космический Субъект" В.А. Лефевр пишет: "... наша способность оперировать понятиями добра и зла подчиняется ясной математической схеме, которая сама по себе никак не связана с конкретной биологической природой человека. Последнее обстоятельство натолкнуло меня на мысль, что формальная структура совести и является тем специфическим качеством, которое характеризует класс подобных нам космических существ. Такие существа, будучи тождественны нам своими глубокими человеческими переживаниями, могут, тем не менее, быть бесконечно далеки от нас по своей физической природе".*

Напишите, как вы понимаете (чувствуете), что такое:

ДОБРО? Это дружба, любовь, взаимопомощь, счастье. Добро – это солнце, которое всходит каждый день и дарит нам радость. Добро – это красота мысли и чувства. Добро – это очень, очень хорошая вещь.

ЗЛО? Зло – это смерть надежды.

СОВЕСТЬ? Это чувство ответственности, это искренность. Это внутренний голос, который говорит что хорошо, а что плохо.

Лефевр предлагает модель Космического Субъекта, обладающего совестью и развивает мысль, что одной из материальных основ совершенных космических существ могут быть магнитно-плазменные образования, родственные магнитосферам звезд и планет.

Какие объекты космоса могут быть кандидатами в Космические Субъекты? Причудливая картина быстрых вспышек рентгеновского источника MXB 1730-335 *(Быстрого Барстера) из шарового скопления* Liller 1 *продолжает озадачивать исследователей уже более двух десятилетий. Особенно интригующей является способность этого объекта предвидеть свое будущее поведение (в начале рентгеновской вспышки "система знает, насколько большой собирается быть эта вспышка"). Аналогичные феномены присутствуют, например, при генерации речи. Начало грамматически правильной фразы предопределяется последующими, еще непроизнесенными словами. Не исключено, что временной профиль вспышки также есть заранее приготовленная "фраза" некоторого языка.*

Вообразим, что чрезвычайно сложное поведение Быстрого Барстера представляет собой закодированное сообщение. Какова, на Ваш взгляд, его возможная расшифровка? Ответ представьте текстом (музыкой или рисунком).

Он рассказывает о себе. Он описывает себя. Рассказывает о своих чувствах. Он ищет существ, которые тоже могут чувствовать. Которые соответствуют "Золотому сечению".

На занятии, посвященном Космическому Субъекту, анкета SETI, как уже было показано, предлагала ребятам подумать над вопросами из категории универсальных для разумных Космических Субъектов: *"Напишите, как Вы понимаете (чувствуете), что такое*: ДОБРО? ЗЛО? СОВЕСТЬ?

Вот лишь некоторые из ответов ребят 12-14 лет:

ДОБРО:

– Забота о ближнем, умение прощать.

– Это когда одно существо помогает другому, причем обычно бескорыстно.

ЗЛО:

– Уничтожение живого, причинение боли и страданий другим живым существам.

– Это несчастье, горе, слезы. Зло – это предательство. Зло – это смерть надежды.

– Это когда одно существо намеренно вредит другому, с целью или просто так.

СОВЕСТЬ:

– Умение отличать добро от зла.

– Это чувство ответственности. Это внутренний голос, который говорит, что хорошо, а что плохо.

– Совесть – это когда Душа отвергает зло, а принимает добро...

Голографическое игровое устройство "Послание инопланетного зонда". В верхней части пирамиды помещена голографическая пластинка, показывающая "отправителей Послания". В окошках пирамиды высвечиваются "опасности" в случае ошибочных ходов играющих. Устройство разработано Л.Н. Филипповой

Приведем еще примеры оригинальных мыслей, которые возникли у детей в ответ на вопрос: *"Что бы Вы предложили поместить для инопланетян на борту АМС, покидающих Солнечную систему?"* (Как известно, первые материальные Послания землян уже мчатся к границам Солнечной системы на борту американских АМС серии "Пионер" и "Вояджер"). Варианты ответов:

– конструктор, из деталей которого по схеме можно собрать фигуру человека;

– глобус Земли, раскрывающийся лепестками цветка с нанесенными на них изображениями картин Земли;

– положить зеркало, на одной половине которого приклеен в натуральную величину обобщенный портрет земного человека. Видя собственное отражение рядом с портретом землянина, инопланетянину многое станет ясным без словесного описания земным языком.

В данной статье приведены лишь отдельные примеры, иллюстрирующие направленность педагогической программы SETI, включаемой в содержание дополнительного образования школьников.

Думается, что для тех из нас, кто является оптимистом в подходе к проблеме SETI, совершенно очевидна значимость не только профессиональных SETI-программ, но и педагогических. Именно последние помогут передать эстафету поиска молодежи XXI в., и это приблизит открытие внеземного Разума, которое будет сделано во благо человечества.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАСШИРЕНИЯ ОПЫТА

В данной статье авторам хотелось не только показать и обобщить опыт, уже накопленный "педагогикой SETI", но и попытаться наметить пути его расширения. Конечно, можно было бы ограничиться и одним показом этого опыта, что, без-

условно, стимулировало бы его распространение в различных "временных" и "постоянных" детских астрономических коллективах. Но мы бы не хотели ограничиваться столь узкими рамками, так как считаем, что "педагогика SETI" может (и, возможно, должна) стать составной частью общего астрономического образования подрастающего поколения.

Пути реализации этой идеи представляются нам следующими:

1. Продуманное и обоснованное включение вопросов научной проблемы ВЦ в учебный материал по астрономии и космонавтике, изучаемый в общеобразовательной школе на уроках, факультативных и внеклассных занятиях в разных классах. Проблеме существования Жизни и Разума вне Земли может быть посвящен даже специальный факультативный курс (VIII, IX кл.).

2. Привлечь внимание руководителей распространяющейся в настоящее время системы Международного бакалавриата к вопросам "педагогики SETI" (Земля и Вселенная, 2000, № 1).

3. Разрабатывать с помощью Интернета детские проекты SETI, привлекая к их разработке детей, проживающих в различных городах России и в других странах.

...40 лет назад на Земле впервые начали поиск "разумных сигналов" из Космоса. Американский радиоастроном Фрэнк Дрейк (вспомните ставшую широко известной "формулу Дрейка"!) стал "прослушивать" две сравнительно близкие звезды (τ Кита и ε Эридана) с помощью 26-м антенны радиообсерватории Грин-Бэнк. Кто думал тогда, что уже в конце XX в. и начале XXI в. специалисты в области методики обучения астрономии будут всерьез обсуждать проблемы "педагогики SETI"?

Информация

Что внутри Ио

Американские планетологи разработали модель внутреннего строения Ио. Известно, что лава, выделяемая вулканами Ио, имеет температуру свыше 1500 К, существенно больше, чем самая раскаленная земная (около 1200 К). При такой температуре породы насыщаются железом и магнием, их точка плавления повышается, и они остаются жидкими только при высокой степени нагрева, обеспечиваемого гравитационной энергией Юпитера (через механизм приливных деформаций).

Согласно математической модели строения Ио, сверху этот спутник Юпитера покрыт 100-км корой, под ней находится 800-км магматическая камера, которая подплавляет кору снизу с такой же скоростью, как извержения вулканов подстраивают ее сверху.

Этот жидкий океан, с температурой около 2000 К, охватывает все небесное тело подобно подледному водному океану другого спутника Юпитера – Европы. Он питает вулканы Ио, которых известно уже около 100. Горные вершины Ио, достигающие 10 км в высоту, распределены неравномерно. Это объясняется растрескиванием коры на блоки, их наклоном в ходе всплывания и погружения в пучины жидкокаменного океана. Не так же ли когда-то выглядели Земля и Луна?

Science, 1999, **286**, *1827*

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: январь–февраль 2001 г.

Главным астрономическим событием января 2001 г. следует считать полное лунное затмение 9 января 2001 г., видимое на всей территории России.

Таблица I

Обстоятельства затмения

Начало частного затмения	$18^{ч}42^{м}04^{с}$ UT
Начало полного затмения	19 49 33
Момент наибольшей фазы ($Ф_m$ = 1,194)	20 20 34
Конец полного затмения	20 51 36
Конец частного затмения	21 59 05
Угловой радиус Луны	16,7′
Угловой радиус земной тени	46,1′
Созвездие	Близнецы

Таблица II

Астрономические явления в январе–феврале 2001 г.

Дата	Время, UT	Явление
Январь 2	$22^{ч}31^{м}$	**Луна в первой четверти**
Январь 4	$5^{ч}$	Максимум метеорного потока Квадрантид
Январь 4	$8^{ч}52^{м}$	Земля в перигелии (0,983286028 а.е. = 147,1 млн км)
Январь 9	$13^{ч}54^{м}$	Луна в восходящем узле
Январь 9	$20^{ч}20^{м}34^{с}$	**Полное лунное затмение,** видимое в России
Январь 9	$20^{ч}24^{м}$	**Полнолуние**
Январь 10	$9^{ч}00^{м}$	Луна в перигее (357 130 км)
Январь 16	$12^{ч}35^{м}$	**Луна в последней четверти**
Январь 17		Венера в наибольшей восточной элонгации, 47°
Январь 24	$13^{ч}07^{м}$	**Новолуние**
Январь 24	$19^{ч}04^{м}$	Луна в апогее (406 562 км)
Январь 25		Сатурн: стояние, переход от попятного движения к прямому
Январь 25		Юпитер: стояние, переход от попятного движения к прямому
Январь 28		Меркурий в наибольшей восточной элонгации, 18°
Февраль 1	$14^{ч}02^{м}$	**Луна в первой четверти**

Таблица II (окончание)

Дата	Время, UT	Явление
Февраль 4	$14^{ч}$–$16^{ч}$	Покрытие Луной звезды ζ Тельца ($3{,}0^{m}$)
Февраль 7	$22^{ч}16^{м}$	Луна в перигее (356 852 км)
Февраль 8	$7^{ч}12^{м}$	**Полнолуние**
Февраль 13		Меркурий в нижнем соединении
Февраль 15	$3^{ч}23^{м}$	**Луна в последней четверти**
Февраль 20	$21^{ч}39^{м}$	Луна в апогее (406 332)
Февраль 23	$8^{ч}21^{м}$	**Новолуние**

Таблица III

Солнце

Дата		Прямое восхождение	Склонение	Восход ($\lambda = 0^h$)	Заход ($\varphi = 50°$)	Восход ($\lambda = 0^h$)	Заход ($\varphi = 56°$)
Январь	1	$18^h46^m15{,}6^s$	–23°00′45″	$7^{ч}59^{м}$	$16^{ч}09^{м}$	$8^{ч}31^{м}$	$15^{ч}36^{м}$
	11	19 30 03,8	–21 49 32	7 55	16 21	8 25	15 51
	21	20 12 54,6	–19 56 00	7 47	16 36	8 13	16 10
	31	20 54 31,4	–17 25 18	7 35	16 53	7 57	16 31
Февраль	10	21 34 46,0	–14 23 51	7 19	17 10	7 36	15 53
	20	22 13 44,1	–10 58 23	7 01	17 27	7 14	17 15

Пример: вычислить время восхода Солнца в Смоленске ($\varphi = 54°47'$, $\lambda = 2^{ч}08^{м}$) 1 февраля 2001 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца 1 февраля произойдет в $7^{ч}35^{м}$ + + 0,1 × ($7^{ч}19^{м} - 7^{ч}35^{м}$) ≈ $7^{ч}33^{м}$. Аналогично найдем для широты 56°: время восхода – $7^{ч}55^{м}$. Теперь интерполируем по широте: $7^{ч}33^{м}$ + 0,8 × ($7^{ч}55^{м} - 7^{ч}33^{м}$) ≈ $7^{ч}51^{м}$. А теперь приведем к поясному времени: $7^{ч}51^{м} + 3^{ч} - 2^{ч}08^{м} = 8^{ч}43^{м}$.

ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНЕТАХ, ВИДИМЫХ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ

В третьей декаде января наступает период вечерней видимости **Меркурия**, который продлится до конца месяца. Планета будет смещаться по созвездиям Козерога и Водолея.

В январе-феврале – отличная вечерняя видимость **Венеры**. Она будет находиться в созвездиях Водолея и Рыб. Блеск достигнет $-4{,}6^{m}$.

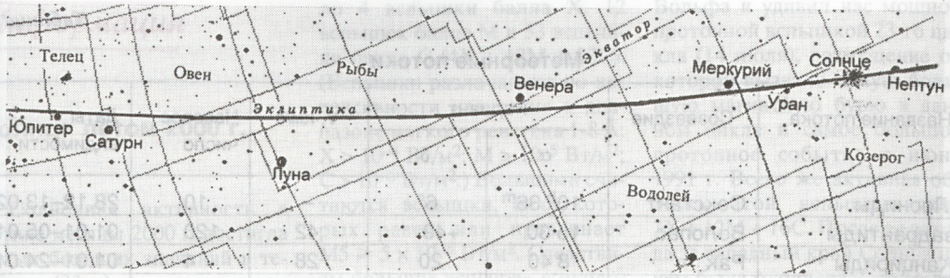
Марс можно будет увидеть во второй половине ночи в созвездии Весов.

Продолжаются хорошие условия для наблюдений планет-гигантов **Юпитера и Сатурна**. Обе планеты будут находиться в созвездии Тельца.

Таблица IV

Меркурий

Дата		Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход ($\lambda = 0^h$)	Заход ($\varphi = 56°$)
Январь	1	$19^h02^m54{,}4^s$	–24°38′13″	4,7″	–1,1	$9^{ч}06^{м}$	$15^{ч}38^{м}$
	11	20 13 43,3	–22 01 57	5,1	–1,0	9 13	16 34
	21	21 19 41,9	–16 58 23	5,8	–0,9	9 00	17 40
	31	22 04 18,3	–11 01 02	7,5	–0,2	8 24	18 21
Февраль	10	21 54 36,2	9 09 09	10,0	–	7 23	17 36
	20	21 15 07,4	–12 36 59	10,1	–	6 27	15 56



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Венера, Меркурий, Уран и Нептун на эклиптике 31 января 2000 г.

Таблица IV (окончание)

Дата		Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход ($\lambda = 0^h$)	Заход ($\varphi = 56°$)
Венера							
Январь	1	$21^h58^m51^m4^s$	–13°56′50″	20,7″	$-4{,}3^m$	$10^{ч}37^{м}$	$19^{ч}57^{м}$
	11	22 39 03,8	–9 23 15	22,8	–4,4	10 08	20 27
	21	23 15 49,0	–4 35 09	25,3	–4,4	9 36	20 53
	31	23 48 49,9	+0 13 54	28,5	–4,5	9 01	21 15
Февраль	10	0 17 13,7	+4 49 09	32,6	–4,6	8 22	21 31
	20	0 39 20,5	+8 53 26	37,7	–4,6	7 40	21 37
Марс							
Январь	1	$14^h12^m21{,}3^s$	–11°58′52″	5,2″	$1{,}4^m$	$2^{ч}38^{м}$	$12^{ч}19^{м}$
	11	14 34 51,3	–13 52 50	5,5	1,2	2 34	11 50
	21	14 57 19,0	–15,37 09	5,9	1,1	2,29	11 21
	31	15 19 37,9	–17 10 55	6,3	1,0	2 23	10 53
Февраль	10	15 41 40,1	–18 33 31	6,7	0,8	2 16	10 25
	20	16 -3 16,3	–19 44 50	7,2	0,7	2 07	9 59
Юпитер							
Январь	1	$4^h01^m06{,}2^s$	+19°48′23′	46,5	–2,7	$13^{ч}02^{м}$	$5^{ч}27^{м}$
	11	3 58 22,1	19 43 01	45,3	–2,6	12 20	4 45
	21	3 57 00,0	19 41 35	44,0	–2,6	11 40	4 04
	31	3 57 03,1	19 44 18	42,6	–2,5	11 00	3 25
Февраль	10	3 58 31,0	19 51 04	41,2	–2,4	10 22	2 49
	20	4 01 18,8	20 01 26	39,8	–2,4	9 44	2 14
Сатурн							
Январь	1	$3^h31^m09{,}5^s$	16°47′47″	19,8	–0,1	$12^{ч}55^{м}$	$4^{ч}34^{м}$
	11	3 29 42,4	16 44 35	19,5	0,0	12 15	3 53
	21	3 28 58,5	16 44 49	19,2	0,0	11 35	3 14
	31	3 29 00,1	16 47 53	18,8	+0,1	10 55	2 35
Февраль	10	3 29 47,5	16 53 40	18,5	0,1	10 16	1 57
	20	3 31 19,0	17 01 59	18,1	0,2	9 37	1 20

Примечание: В таблицах III, IV прямое восхождение и склонение даются на 0^hUT.

Таблица V

Метеорные потоки

Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
α-Леониды	Секстант	$10^h\ 36^m$	6°	–	10	28.12–13.02
Квадрантиды	Волопас	15 30	+49	42	120	01.01–05.01
δ-Канцириды	Рак	8 40	20	28	4	01.01–24.01
Канис-Майориды	Малый Пес	7 30	10		20	14.01–30.01
Виргиниды	Дева	13	–4	30	10	25.01–15.04

В.А. ЮРЕВИЧ

Информация

Каким был океан на Марсе

Обнаружение русел "пересохших рек" на Марсе говорит о том, что поверхностная вода здесь когда-то была (Земля и Вселенная, 1999, № 5). Но реки должны не только откуда-то вытекать, но и куда-то впадать, в море или в океан. Самым подходящим местом для гипотетического океана Марса служат низменности северного полушария, занимающие около трети поверхности планеты. При изучении альтиметрических данных, полученных после 110 пролетов спутника "Марс глоубэл сервейер", появились доказательства этого предположения. Выявился водораздел, ограничивающий с юга область низменностей. Удалось построить две линии равных высот, параллельные южной границе низин, которые можно интерпретировать как береговые черты Северного полярного океана Марса в два периода заполнения его водой.

От остальной части поверхности северные низины отличаются плоским и ровным рельефом. Это можно объяснить отложениями осадочных пород – процессом, происходившим при образовании океана. Самые "глубокие" места – вблизи Северного полюса и в области Утопия. Внутри "океана" в 1976 г. совершили посадку "Викинги", а "Марс Патфайндер" – вблизи него. Сравнение данных выявило различие в химическом составе – излишняя концентрация серы и хлора в дне океана. Похоже, он тоже был соленым, как и на Земле.

По-видимому, в некоторые периоды истории Марса в районе северных низин было два бассейна; один ударного происхождения в Утопии, другой, неправильной формы, – у полюса. Здесь находится самая глубокая впадина, достигающая 5250 м. Глубина бассейна в некоторые моменты превышала 1000 м, в это время оба водоема сообщались, на картах прослежен соединяющий их узкий канал.

Совокупность данных позволяет оценить объем бассейна Северного океана Марса ($\approx 1{,}4 \times 10^7$ км^3). Такого количества влаги достаточно, чтобы покрыть всю поверхность Марса слоем воды в 100 м.

В существовании древнего океана на Марсе сомневаться уже не приходится, остается установить его возраст, дальнейшую судьбу и причины исчезновения.

Science, 1999, **286**, *2134*

Информация

Солнце летом 2000 г.

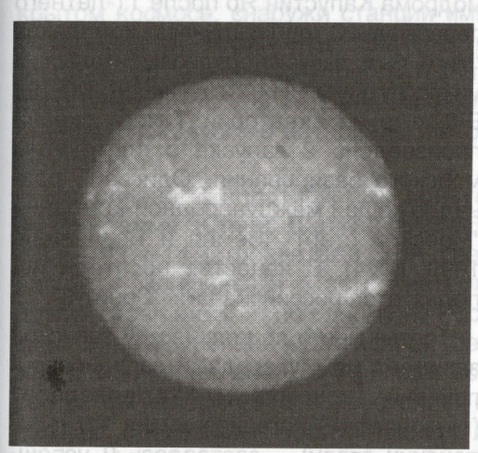
Солнечная активность в летние месяцы 2000 г. достигла самых больших значений в текущем (23-м) солнечном цикле. Среднемесячные значения чисел Вольфа W составили 124,9 в июне, 169,1 в июле и 130,5 в августе. На диске Солнца одновременно были видны от 6 до 15 групп пятен и до пяти корональных дыр, фиксируемых при наблюдениях в линиях гелия (наземные наблюдения) и в крайнем ультрафиолете (со спутников СОХО и ЙОКО).

Первая декада июня была очень активна и богата большими вспышками, которые исходили из двух активных областей северного полушария Солнца. Всего в них произошло 4 вспышки балла X, 12 вспышек балла M и 53 вспышки балла C (4X + 12M + 53C). (Вспышки различаются по интенсивности излучения в диапазоне мягкого рентгена 1-8 Å: $X > 10^{-4}$ Вт/м^2; $M > 10^{-5}$ Вт/м^2; $C > 10^{-6}$ Вт/м^2.) Большими считаются вспышки, балл которых равен или превышает $M5 \geqslant 5 \times 10^{-5}$ Вт/м^2. Следствием больших вспышек в околоземном космическом пространстве стали три протонных события (6-9, 10-11 и 18 июня) и три магнитные бури (8, 11 и 14 июня). (Протонное событие – появление в окрестностях Земли протонов с энергией >10 Мэв в количестве более 1 частицы/м$^2 \times$ с $\times$ стерадиан.) Интересно, что с начала текущего солнечного цикла (май 1996 г.) все самые мощные солнечные вспышки происходили в активных областях южного полушария.

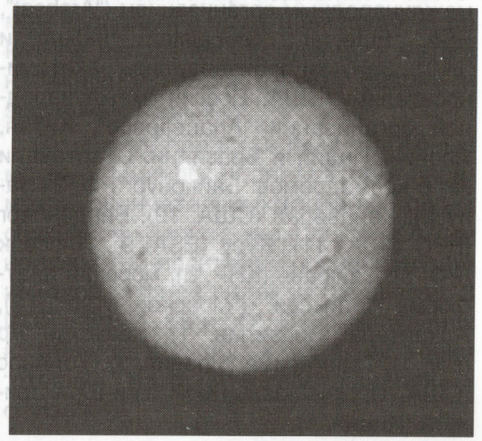
Июль 2000 г. поставил рекорд текущего цикла по числу Вольфа и удивил нас мощной протонной вспышкой 23-го цикла (14 июля), возмущение от которой вызвало самую большую магнитную бурю в данном цикле и самое большое протонное событие с июня 1991 г. Всего же активная область этой вспышки дала 3X + 12M + 16C. После ее захода за западный край Солнца на нем была отмечена только одна вспышка.

Август оказался намного спокойнее. Больших вспышек не было, но отмечены одно протонное событие и две магнитные бури, одна из которых (10-13 августа) оказалась второй по величине в текущем цикле. Эти магнитные бури стали следствием одновременного воздействия на Землю корональных дыр, выбросов солнечных волокон и вспышек малой и средней интенсивности.

В.Н. Ишков
ИЗМИРАН



Снимок Солнца в линии H_a 12 июля 2000 г.



Снимок Солнца в линии H_a 14 августа 2000 г.

Таблица запусков космических аппаратов в 1999 году*

В 1999 г. состоялось **78 запусков** (из них 5 аварийных и 3 частично удачных) со **131 КА**, в т.ч. при авариях 5 спутников утрачены и 4 выведены на нерасчетные орбиты. Космические аппараты принадлежали **17 странам** (США – 34, РФ – 16, КНР – 4, Англия, Бразилия и Ю. Корея – по 3, Индия, Франция, ФРГ и Япония – по 2, по одному – Дания, Индонезия, Италия, Канада, Люксембург, Тайвань и ЮАР) и 6 международным организациям ("Arabsat", ESA, "Eutelsat", "Globalstar", "Iridium" и "LMI"). Запуски производились ракетами-носителями США, России, международной организации "Arianespace", Китая, Японии, Индии и Бразилии. Стартовали РН с космодромов: Байконур (РФ, 21 запуск), Канаверал (США, 19), Ванденберг (ВВС США, 11), Куру (ESA, 9), Плесецк (РФ, 6), Тайюань (КНР, 3), морская платформа "Одиссей" ("Морской старт"; 2), Алкантара (Бразилия, 1), Капустин Яр (РФ, 1), Танегасима (Япония, 1), Уоллопс (США, 1), Цзюцюань (КНР, 1) и Шрихарихота (Индия, 1).

США лидировали по многим направлениям космической деятельности, как и в предыдущие годы. Состоялся 31 запуск РН с 52 космическими аппаратами (в т.ч. 21 ИСЗ других стран и международных организаций). Один спутник потерян в результате аварии РН "Athena-2" и три вышли на нерасчетные орбиты.

Россия запустила 51 КА, из них 34 – иностранного производства (Англия, Италия, Канада, Люксембург, США и ФРГ). Осуществлено 28 стартов ракетоносителей, из них 2 аварийных (РН "Протон"). Возобновлены запуски с космодрома Капустин Яр после 11-летнего перерыва. С орбитального комплекса "Мир" был запущен радиолюбительский микроспутник связи "Спутник-99" (РС-19). Впервые из акватории Тихого океана произведено 2 запуска с платформы морского базирования "Одиссей", принадлежащей международной компании "Морской старт" (Земля и Вселенная, 1999, № 4). В качестве носителя используется российская РН "Зенит-3".

Третье место по количеству запусков занимает международный западноевропейский консорциум **"Arianespace"** (включает 48 организаций из 11 европейских стран) – состоялось 9 успешных запусков РН "Ariane", в том числе первый эксплуатационный полет нового носителя тяжелого класса "Ariane-5". На расчетные орбиты выведено 9 спутников различных стран и международных организаций.

Из азиатских космических держав только **Китай** смог произвести 4 запуска с 7 ИСЗ (включая 4 спутника иностранного производства). Состоялся первый успешный орбитальный испытательный полет китайского пилотируемого космического корабля в автоматическом режиме. Один запуск осуществила **Индия** с тремя ИСЗ (в их числе 2 спутника других стран). Впервые **Япония** не смогла осуществить ни одного успешного запуска – старт РН "Н-2" оказался аварийным (потерян спутник). Второй испытательный запуск **бразильской** РН "VLS-1" с национального космодрома Алкантара также получился неудачным, в результате аварии потерян космический аппарат.

На борту пилотируемого орбитального комплекса **"Мир"** осуществлены полеты 26-й и 27-й основных экспедиций (Земля и Вселенная, 2000, № 1). Вместе с 3 российскими космонавтами по программам "Персей" и "Штефаник" на станции работали французский и словацкий астронавты. Трижды космонавты (в т.ч. французский) работали в открытом космосе, снаружи станции ими выполнены эксперименты "Знамя-2" и "Рефлектор". Грузовые корабли "Прогресс М-41 и -42" доставили на борт станции расходуемые материалы и оборудование.

Выполнено 3 пилотируемых полета по программе **"Спейс Шаттл"** (STS-96, -93 и -103) с 14 астронавтами США (среди них 4 женщины) и 5 астронавтами других стран и ESA – по одному из России, Канады, Франции и Швейцарии (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Полет корабля "Дискавери" (STS-96) состоялся в рамках программы обслуживания и сборки Международной космической станции (МКС).

На межпланетные траектории полетов запущены 2 американские **АМС**, одна из них при посадке на Марс разбилась (Земля и Вселенная, 1999, № 3; 2000, № 4 и 6). Для наблюдений объектов Вселенной на околоземные орбиты доставлено 5 **астрофизических обсерваторий** (ИК-, УФ- и рентгеновский диапазоны), принадлежащие США, ESA и ФРГ (Земля и Вселенная, 2000, № 4). На геостационарную орбиту выведен **21 спутник связи**. Стартовавшие космические аппараты по назначению распределились следующим образом: связь – 79 (в т.ч. международным консорциумам "Globalstar" принадлежат 40 спутников, "Orbcomm" – 7 и "Iridium" – 2), научные исследования – 12, отработка новых технологий – 8, дистанционное зондирование Земли – 6, метеорология – 4, съемка земной поверхности – 4, навигация – 2 и военное назначение – 18 (9 американских, 6 российских, 2 французских и 1 английский). В числе военных спутников: 6 связных, 5 разведывательных, по 2 КА принадлежат к системам навигации и предупреждения о ракетном нападении, по одному – метеонаблюдения, высокоточной съемки и экспериментальный.

В таблице представлены стартовые массы космических аппаратов и параметры окончательных (рабочих) орбит спутников. Запуск нескольких КА одной ракетой-носителем обозначен одинаковой цифрой индекса (например, 3 ИСЗ №№ 8А, 8В и 8С). В комментариях к таблице в скобках указаны точки "стояния" на орбите геостационарных спутников.

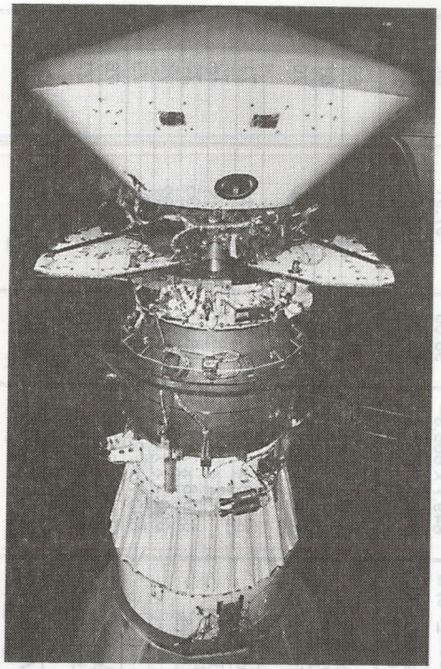
* Продолжение. Начало см.: 1996, № 4; 1997, № 5; 1998, № 5; 2000, № 3.

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град)	Период обращения (мин)	№ комментария
01A	3 января	"Mars Polar Lander"	США	576	Канаверал	"Delta-2"	Гелиоцентрическая орбита			1
02A	7 февраля	"ROCSAT-1"	Тайвань	410	Канаверал	"Athena-1"	585 × 601,6	34,98	96,43	2
03A	7 февраля	"Stardust"	США	385	Канаверал	"Delta-2"	Гелиоцентрическая орбита			3
04A-D	9 февраля	"Globalstar-36, -23, -38, -40"	(США)	453 × 4	Байконур	"Союз-У"	1337 × 1356	51,98	112,61	4
05A	15 февраля	"Telstar-6"	США	3674	Байконур	"Протон-К"	35776 × 35798	0,06	1436,11	5
06A	16 февраля	"JCSat-6"	Япония	2900	Канаверал	"Atlas-2AS"	35766 × 35816	0,05	1436,32	6
07A	20 февраля	"Союз ТМ-29"	Россия	7120	Байконур	"Союз-У"	346 × 377	51,68	91,58	7
08A	23 февраля	"ARGOS"	США	2491	Ванденберг	"Delta-2"	838 × 846,5	98,72	101,76	8
08B	–	"Sunsat"	ЮАР	59	–	–	654,5 × 857,8	96,47	100,0	9
08C	–	"Oersted"	Дания	62	–	–	654,7 × 857,7	96,47	100,0	10
09A	26 февраля	"Arabsat-3A"	(США)	2708	Куру	"Ariane-44L"	35635 × 35782	0,01	1432,13	11
09B	–	Skynet-4E	Англия	1490	–	–	34716 × 35964	3,77	1413,34	12
10A	28 февраля	"Радуга-1" ("Глобус-1" № 4)	Россия	2500	Байконур	"Протон-К"	36436 × 36549	1,47	1472,3	13
11A	5 марта	"WIRE"	США	259	Ванденберг	"Pegasus-XL"	539 × 598,7	97,53	96,05	14
12A-D	15 марта	"Globalstar-22, -41, -46, -37"	(США)	453 × 4	Байконур	"Союз-У"	1411 × 1416	51,97	114,08	4
13A	21 марта	"Asiasat-3S"	Англия	3463	Байконур	"Протон-К"	35762 × 35823	0,07	1436,39	15
14A	28 марта	"DemoSat"	США	4500	"Одиссей"	"Зенит-3SL"	603 × 36025	1,23	641,2	16
15A	2 апреля	"Прогресс М-41"	Россия	7180	Байконур	"Союз-У"	341,6 × 361	51,68	91,42	17
15C	16 апреля	"Спутник-99" (РС-19)	Россия	4	ОК "Мир"	–	335 × 362,6	51,66	91,32	18
16A	2 апреля	"Insat-2E"	Индия	2550	Куру	"Ariane-42P"	35744 × 35830	0,07	1436,09	19
17A	9 апреля	USA-142 ("DSP-19")	США	2380	Канаверал	"Titan-4B"	6500 × 35700	17,05	750	20
18A	12 апреля	"Eutelsat W-3"	(Франция)	3177	Канаверал	"Atlas-2AS"	35775 × 35795	0,02	1436,01	21
19A-D	15 апреля	"Globalstar-19, -42, -44, 45"	(США)	453 × 4	Байконур	"Союз-У"	931 × 977	51,95	104,14	4

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град)	Период обращения (мин)	№ комментария
20A	15 апреля	"Landsat-7"	США	2200	Ванденберг	"Delta-2"	685,9 × 702,3	98,22	98,63	22
21A	21 апреля	"UoSAT-12"	Англия	325	Байконур	"Днепр-1"	660,4 × 660,7	64,56	97,6	23
–	27 апреля	"Ikonos-1"	США	725	Ванденберг	"Athena-2"	–	–	–	24
22A	28 апреля	"ABRIXAS"	ФРГ	550	Капустин Яр	"Космос-3М"	552,5 × 604,9	48,44	96,16	25
22B	–	"Megsat-O"	Италия	35	–	–	547,8 × 604,7	48,44	96,11	26
23A	30 апреля	USA-143 ("Milstar-2")	США	4700	Канаверал	"Titan-4B"	1095 × 5150	28,2	153,4	27
24A	5 мая	"Orion-3"	США	4300	Канаверал	"Delta-3"	422 × 1317	29,07	102,34	28
25A	10 мая	"Feng Yun-1C"	Китай	958	Тайюань	"CZ-4B"	853,2 × 869,2	98,79	102,16	29
25B	–	"Shi Jian-5"	Китай	340	–	–	852,4 × 864,4	98,78	102,11	30
26A	18 мая	"TERRIERS"	США	132	Ванденберг	"Pegasus-XL"	546,6 × 552,2	97,72	95,67	31
26B	–	"MUBLCOM"	США	48	–	–	768,4 × 781,8	97,72	100,4	32
27A	20 мая	"Nimiq"	Канада	3646	Байконур	"Протон-К"	35777 × 35794	0,06	1436,05	33
28A	22 мая	USA-144	США	16650	Ванденберг	"Titan-4B"	2698 × 3123	63,44	148,5	34
29A	26 мая	"IRS-P4" ("Oceansat")	Индия	1050	Шрихарихота	"PSLV-C2"	723,5 × 738,8	98,38	99,42	35
29B	–	"Kitsat-3"	Ю. Корея	107	–	–	722,1 × 736,1	98,38	99,38	36
29C	–	"DLR-Tubsat"	ФРГ	45	–	–	722,2 × 736,4	98,38	99,39	37
30A	27 мая	"Discovery-26"	США	112857	Канаверал	STS-96	380,4 × 401,8	51,59	92,15	38
30B	5 июня	"Starshine"	США	160	"Discovery"	–	381,0 × 395,4	51,59	92,24	39
31A-D	10 июня	"Globalstar-52, -49, -25, -47"	(США)	453 × 4	Канаверал	"Delta-2"	1367,7 × 1373,1	52,02	113,1	4
32A, B	11 июня	"Iridium-14A, -21A"	(США)	667 × 2	Тайюань	"CZ-2C"	768 × 787	86,45	100,46	40
33A	18 июня	"Astra-1H"	Люксембург	3728	Байконур	"Протон-К"	33593 × 35804	0,52	1380,87	41
34A	20 июня	"QuikSCAT"	США	971	Ванденберг	"Titan-23G"	792 × 821	98,63	101,04	42
35A	24 июня	"FUSE"	США	1335	Канаверал	"Delta-2"	752,7 × 767,5	24,99	99,87	43
–	5 июля	"Радуга" ("Грань" № 45)	Россия	2100	Байконур	"Протон-К"	–	–	–	13
36A	8 июля	"Молния-3" (№ 50)	Россия	1750	Плесецк	"Молния-М"	468 × 40811	62,82	736,61	44

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град)	Период обращения (мин)	№ комментария
37A-D	10 июля	"Globalstar-30, -32, -35, -51"	(США)	450 × 4	Канаверал	"Delta-2"	1367,7 × 1371	52,01	113,06	4
38A	16 июля	"Прогресс М-42"	Россия	7200	Байконур	"Союз-У"	348,8 × 365,1	51,68	91,53	17
39A	17 июля	"Океан-О" (№ 1-5)	Россия	6150	Байконур	"Зенит-2"	663,5 × 670,7	98,06	98,07	45
40A	23 июля	"Columbia-26"	США	122534	Канаверал	STS-93	289 × 302	28,47	90,42	46
40B	–	"Chandra" (AXAF)	–	5865	"Columbia"	–	10037 × 140012	28,46	3852,26	47
41A-D	25 июля	"Globalstar-26, -28, -43, -48"	(США)	450 × 4	Канаверал	"Delta-2"	1368 × 1376	52,01	113,2	4
42A	12 августа	"Telekom-1"	Индонезия	2655	Куру	"Ariane-42P"	35778 × 35804	0,09	1436,33	48
43A-D	17 августа	"Globalstar-24, -27, -53, -54"	(США)	450 × 4	Канаверал	"Delta-2"	1411 × 1415	52,01	114,06	4
44A	18 августа	"Космос-2365" ("Кобальт-1" № 2)	Россия	6600	Плесецк	"Союз-У"	177,0 × 366,9	67,14	89,61	49
45A	26 августа	"Космос-2366" ("Парус" № 89)	Россия	800	Плесецк	"Космос-3М"	983,8 × 1021,7	82,93	104,97	50
46A	4 сентября	"Koreasat-3"	Ю. Корея	2790	Куру	"Ariane-42P"	35730 × 35802	0,05	1436,05	51
47A	6 сентября	"Ямал-100" № 1	Россия	1300,	Байконур	"Протон-К"	35491 × 36294	0,01	1442,01	52
47B	–	"Ямал-100" № 2	–	1210	–	–	35513 × 36293	0,01	1442,08	–
48A	9 сентября	"Фотон-12"	Россия	6410	Плесецк	"Союз-У"	224,1 × 398,1	62,79	90,53	53
49A-D	22 сентября	"Globalstar-33, -50, -55, -58"	(США)	453 × 4	Байконур	"Союз-У"	1408 × 1413	51,98	114,01	4
50A	23 сентября	"Echostar-5"	США	3603	Канаверал	"Atlas-2AS"	35753 × 35809	0,22	1436,02	54
51A	24 сентября	"Ikonos"	США	726	Ванденберг	"Athena-2"	671,4 × 688,8	98,19	98,41	24
52A	25 сентября	"Telstar-7"	США	3790	Куру	"Ariane-44LP"	35775 × 35801	0,09	1436,18	5
53A	26 сентября	"LMI-1"	(США)	3740	Байконур	"Протон-К"	35782 × 35794	0,03	1436,17	55
54A	28 сентября	"Ресурс Ф-1М"	Россия	5920	Плесецк	"Союз-У"	222 × 230	82,32	89,02	56
55A	7 октября	USA-145 ("Navstar-31")	США	2032	Канаверал	"Delta-2"	20097 × 21213	53,11	737,24	57
56A	10 октября	"DirecTV-1R"	США	3446	"Одиссей"	"Зенит-3SL"	35783 × 35786	0,06	1435,99	58
57A	14 октября	"Zi Yuan-1"	КНР – Бразилия	1450	Тайюань	"CZ-4B"	733 × 746	98,54	99,60	59

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град)	Период обращения (мин)	№ комментария
57B	–	"SACI-1"	Бразилия	60	–	–	732 × 747	98,56	99,60	60
58A-D	18 октября	"Globalstar-31, -56, -57, -59"	(США)	453 × 4	Байконур	"Союз-У"	1405 × 1414	52,01	113,9	4
59A	19 октября	"Orion-2"	США	3795	Куру	"Ariane-42LP"	35787 × 35791	0,11	1436,20	28
–	27 октября	"Экспресс-А1"	Россия	2600	Байконур	"Протон-К"	–	–	–	61
60A	13 ноября	"GE-4"	США	3903	Куру	"Ariane-44LP"	35769 × 35802	0,31	1436,05	62
–	15 ноября	"MTSAT"	Япония	2900	Танегасима	"H-2"	–	–	–	63
61A	19 ноября	"Shen Zhou-1",	Китай	7600	Цзюцюань	"CZ-2F"	192,2 × 328,2	42,6	89,61	64
61E	–	орбитальный отсек КК	–	2000	–	–	196 × 319	42,6	89,66	–
62A-D	22 ноября	"Globalstar-29, -34, -39, -61"	(США)	453 × 4	Байконур	Союз-У"	1075 × 1102	51,09	107,02	4
63A	23 ноября	USA-146 ("UFO-10")	США	3205	Канаверал	"Atlas-2"	34914 × 36651	6,04	1435,88	65
64A	3 декабря	"Helios-1B"	Франция	2555	Куру	"Ariane-40"	653,7 × 672,7	98,08	98,06	66
64B	–	"Clementine"	Франция	50	–	–	649,7 × 666,3	98,08	97,91	67
65A-G	4 декабря	"Orbcomm FM-30-36"	(США)	45 × 7	Уоллопс	"Pegasus-XL"	826,8 × 831,4	45,04	101,45	68
66A	10 декабря	"XMM-Newton"	США	3764	Куру	"Ariane-5"	7407 × 113799	38,93	2871,7	69
–	11 декабря	"SACI-2"	Бразилия	80	Алкантара	"VLS-1"	–	–	–	61
67A	12 декабря	USA-147 ("DMSP-15")	США	1154	Ванденберг	"Titan-23G"	838,3 × 853,8	98,9	101,86	70
68A	18 декабря	"Terra" (EOS)	США	4854	Ванденберг	"Atlas-2AS"	654,3 × 689,5	98,24	98,19	71
69A	20 декабря	"Discovery-27"	США	112491	Канаверал	STS-103	592 × 611	28,47	96,71	72
70A	21 декабря	"KOMPSAT-1"	Ю. Корея	469	Ванденберг	"Taurus"	688,8 × 728,6	98,27	98,95	73
70B	–	"ACRIMSAT"	США	115	–	–	690,3 × 723,9	98,28	98,92	74
70C	–	"Celestis-3"	США	150	–	–	688,7 × 725,1	98,27	98,91	75
71A	22 декабря	"Galaxy-11"	США	4488	Куру	"Ariane-44L"	35780 × 35795	0,09	1436,14	76
72A	26 декабря	"Космос-2367" (УС-ПМ)	Россия	1150	Байконур	"Циклон-2"	413,4 × 429,1	65,04	92,8	77
73A	27 декабря	"Космос-2368" ("Око" № 80)	Россия	2400	Плесецк	"Молния-М"	555,9 × 39738	62,87	716,2	78



АМС "Mars Polar Lander" на третьей ступени РН "Delta-2" перед стартом. Сверху расположена перелетная ступень станции с лобовым теплозащитным экраном для спуска в атмосфере Марса

КОММЕНТАРИИ К ТАБЛИЦЕ

1. 3 декабря после 11 месяцев перелета спускаемый аппарат АМС "Mars Polar Lander" ("Марсианский полярный посадочный аппарат") разбился при посадке на Марс в районе южной полярной шапки – 76,1° ю.ш. и 164,7° з.д. Не вышли на связь 2 пенетратора для изучения марсианского грунта "Deep Space-2" ("Дальний космос"). Станция должна была в течение 3 мес провести исследования поверхности и климата Марса с помощью 5 научных приборов. Это вторая подряд неудача американской планетной программы (Земля и Вселенная, 2000, № 6).

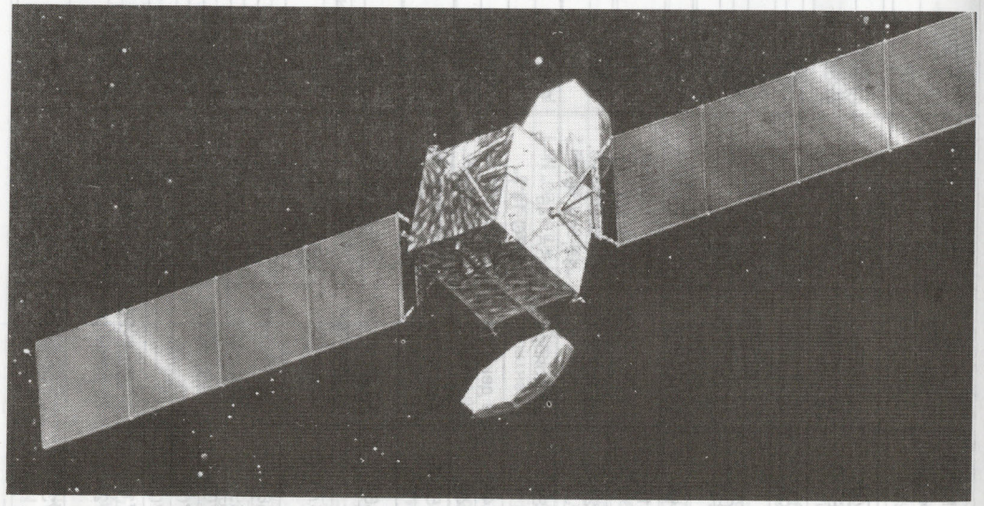
2. Первый тайваньский КА для проведения экспериментов в области физики ионосферы, океанографии и связи. На спутнике установлено 3 научных прибора.

3. АМС "Stardust" ("Звездная пыль") предназначена при пролете в январе 2004 г. исследовать комету Вильда-2 и собрать кометную пыль, а затем в капсуле доставить на Землю образцы вещества в январе 2006 г. На станции – 4 научных прибора.

4. Завершилось развертывание системы персональной спутниковой связи "Globalstar" ("Глобальная звезда"), принадлежащей одноименному международному консорциуму. Орбитальная группировка системы должна состоять из 52 КА в 8 рабочих плоскостях (запущено 48 спутников). Наземный сегмент системы содержит более 50 приемных станций.

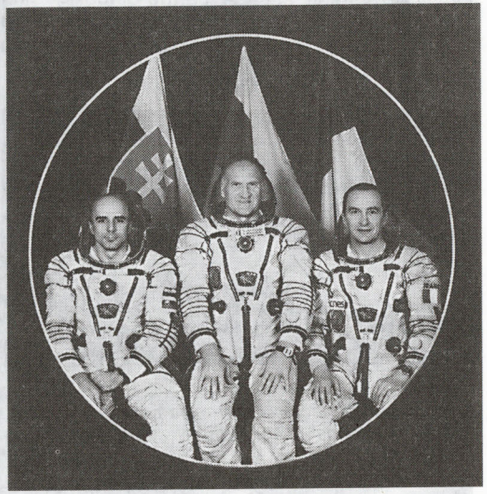
5. Геостационарные ИСЗ связи четвертого поколения американской компании "Loral Skynet", снабжены 52 ретрансляторами. Обслуживают всю территорию Северной и Южной Америки (№ 5А – 93° з.д. и № 52А – 129° з.д.).

Геостационарный японский спутник телевещания "JCSat-6" (№ 6А)



6. Геостационарный спутник связи японской фирмы "Japan Satellite Systems" для телевещания и передачи информации на территорию Японии и часть Азии (124° в.д.). Изготовлен американской компанией "Hughes Space".

7. 27-я основная экспедиция на ОК "Мир" по программам: российской, "Персей" (Франция) и "Штефаник" (Словакия). Словацкий астронавт И. Белла провел исследования и 28 февраля вместе с экипажем ЭО-26 на КК "Союз ТМ-28" вернулся на Землю. Длительность полета командира корабля В.М. Афанасьева и французского астронавта Ж.-П. Эньере составила 189 сут, бортинженера С.В. Авдеева – 380 сут. Экипаж выполнил более 100 экспериментов и 3 выхода в открытый космос. КК приземлился 28 августа.



Международный экипаж КК "Союз ТМ-29": И. Белла (Словакия), В.М. Афанасьев (Россия) и Ж.-П. Эньере (Франция)

8. Военный экспериментальный КА ВВС США "ARGOS" (спутник перспективных исследований и глобального наблюдения) выведен на солнечно-синхронную орбиту. Провел эксперименты – 2 технологических и 7 обзорных (наблюдение рентгеновских источников и ионосферы, регистрация "космического мусора").

9. Первый южноафриканский КА (студенческий микроспутник) для радиолюбительской связи, стереосъемки Земли (разрешение 15 м) и университетских исследований.

10. Первый датский КА (назван в честь физика Х.К. Эрстеда) провел глобальную съемку магнитного поля Земли и его генерацию в ядре, измерял энергию солнечного ветра в магнитосфере.

11. Шестой спутник непосредственного телевещания и телефонной связи принадлежит Лиге арабских государств, изготовлен французской компанией "Aerospatiale". Зона обслуживания – Ближний Восток, Северная Африка и Южная Европа (26° в.д.).

12. Второй военный спутник четвертого поколения для обеспечения стратегической связи армии, ВМФ и ВВС Великобритании (53° в.д.).

13. Четвертый и пятый геостационарный спутники военной связи третьего поколения "Глобус-1" и "Грань", входят в систему "Радуга-1" МО России (№ 10А – 53° в.д., второй КА потерян при аварии РН).

14. Научный спутник"WIRE" (Wide-Field Infrared Explorer – широкополосный инфракрасный исследователь), или "SMEX-5" (Small Explorer – малый исследователь), предназначался для исследований вспышек звездообразования в галактиках (инфракрасная область спектра – 12 и 25 мкм), апертура телескопа 30 см, поле зрения 33 × 33′ и разрешение до 23″. Вышел из строя 8 марта.

15. Четвертый спутник связи, входящий в систему "Asiasat", обеспечивает теле- и радиосвязью, передает речевую и видеоинформацию на территории Азии и Австралии. Запущен для международной компании "Asia Satellite Telecommunications", а принадлежит Англии (105,5° в.д.).

16. Первый запуск российской РН "Зенит-3" с плавучей платформы "Одиссей" в Тихом океане продемонстрировал возможности международного стартового комплекса "Морской старт". Макет спутника связи выведен на переходную к геостационарной орбиту.

17. С помощью транспортных грузовых кораблей ОК "Мир" получает расходуемые материалы (вода, питание, топливо), научные приборы и сменяемые системы, обеспечивающие длительную работу экипажей. Первый КК (№ 15А) доставил на станцию микроспутник "Спутник-99" (№ 15С), второй – оборудование эксперимента "Рефлектор" (выполнен 23-28 июля). Корабли сошли с орбиты: 17 июля 1999 г. (№ 15А) и 2 февраля 2000 г. (№ 38А).

18. КА "Спутник-99" (RS-19) запущен французским астронавтом Ж.-П. Эньере во время

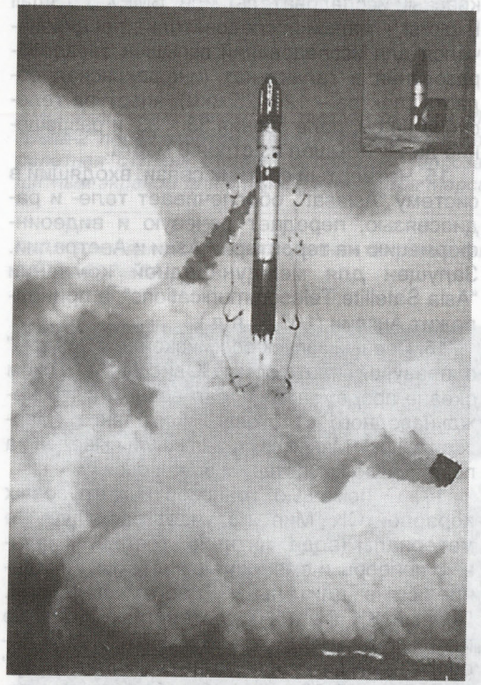
выхода в открытый космос из ОК "Мир". Спутник представляет собой макет первого ИСЗ для радиолюбительской связи. Изготовлен школьниками России и Франции. Сигналы от него принять не удалось.

19. Пятый индийский геостационарный спутник связи, вещания и метеорологических наблюдений "Insat-2". Срок работы – 12 лет (83° в.д.).

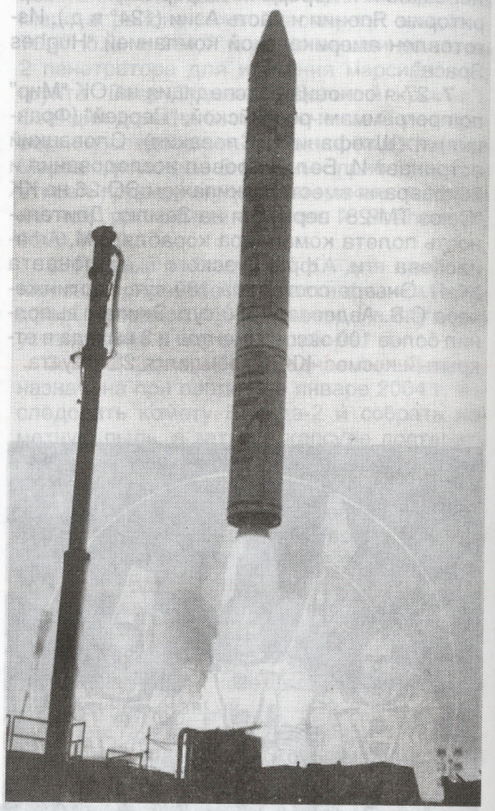
20. Военный геостационарный спутник "DSP-19" пятого поколения для обнаружения запусков ракет и регистрации ядерных взрывов. Запущен на нерасчетную орбиту (приведены приблизительные параметры). Входит в американо-канадскую систему раннего оповещения о ракетном нападении.

21. Геостационарный спутник связи европейской организации телекоммуникаций "Eutelsat". Осуществляет телевещание в цифровой (160 каналов) и аналоговой (40 каналов) формах на все страны Европы (7° в.д.).

22. КА дистанционного зондирования Земли рассчитан на получение изображений в 8 участках спектра. Оптическая система обеспечивает обзор полосы поверхности шириной 183 км (разрешение 15 м). Приемом, обработкой и распространением данных, а также эксплуатацией спутника занимается Геологическая служба США.



Старт российской РН "Днепр-1" с английским экспериментальным научным спутником "UoSAT-12" (№ 21А)



Запуск коммерческих спутников детальной съемки Земли "Iconos" (27 апреля и № 51А) с помощью РН "Athena-2"

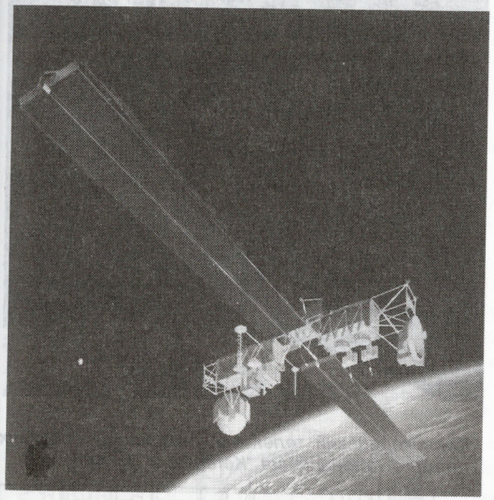
23. Первый запуск КА российской боевой ракетой РС-20 (SS-18), снятой с вооружения. РН "Днепр-1" вывела на орбиту английский научно-экспериментальный спутник для многоспектральной съемки Земли, проверки новых технологий, методов ориентации и коррекции орбиты.

24. Первый коммерческий спутник детальной съемки участков земной поверхности (разрешением до 1 м), принадлежит компании "Space Imaging". КА используются в прикладных целях: городское планирование, экологический и сельскохозяйственный мониторинг, прокладка коммуникаций и картографирование. При первом запуске головной обтекатель РН не отделился и спутник не вышел на орбиту, второй КА (№ 51А) работает.

25. Научный КА для астрономических наблюдений в рентгеновском диапазоне спектра. Спутник "ABRIXAS" ("Широкополосный обзор всего неба в рентгеновских лучах") снабжен зеркальным телескопом, выполняющим полный обзор неба в рентгеновском диапазоне 0,5-10 кэВ с угловым разрешением до 30″.

26. Микроспутник связи изготовлен итальянской фирмой "MegSat" на коммерческой основе. Испытания универсальной платформы для решения научных и прикладных задач.

27. Первый КА в системе геостационарных спутников военной связи второго поколения "Milstar-2" ("Военная звезда"). Спутник снабжен комплексом из 32 каналов с пропускной способностью до 1544 Мбит/с, передающим оперативную разведывательную информацию большой защищенности. Из-за неполадок разгонного блока РН спутник вышел на нерасчетную орбиту.



Американский геостационарный спутник военной связи "Milstar-2" (№ 23А)

28. Геостационарные спутники связи, принадлежащие американской компании "Loral Skynet" ("Orion"), обслуживают потребителей от Индии до Гавайских островов (№ 24А) и от Европы, Ближнего Востока до Северной и Южной Америки (№ 59А). Первый КА (№ 24А) вышел на нерасчетную орбиту (планировалась – 139° в.д.), второй размещен в точке 15° з.д.

29. Третий китайский метеорологический спутник "Feng Yun-1C" ("Ветер и облако") запущен на солнечно-синхронную орбиту. Снабжен 10-канальным сканирующим радиометром разрешением около 1,1 км, скорость передачи данных вдвое больше, чем на американских метеоспутниках "NOAA".

30. Малый научный спутник "Shi Jian-5" ("Эксперимент") для изучения атмосферы и ионосферы Земли.

31. Научный спутник, исследующий процессы в ионосфере и термосфере Земли методом томографии. Измеряет солнечное излучение в крайнем ультрафиолете и распространение радиоволн. Создан сотрудниками и студентами Центра космической физики Бостонского университета.

32. Военный микроспутник для испытания системы цифровой телефонной связи и передачи информации по программе перспективных оборонных исследований МО США.

33. 12-й ИСЗ канадской компании спутниковой связи "Telesat Canada" создан американской фирмой "Lockheed Martin". Обеспечивает передачу цифрового телевещания, аудио- и информации для абонентов в Северной Америке (91° з.д.).

34. Секретный спутник, вероятно, оптико-электронной разведки, запущен в интересах ВВС и Национального разведывательного управления США. Указаны вероятные параметры орбиты.

35. Спутник дистанционного зондирования Земли и изучения океана "Oceansat" с двумя приборами, работающими в 8 частотных диапазонах в видимом и ИК-спектрах с разрешением более 250 м при ширине полосы обзора поверхности 85-2800 км.

36. Третий корейский экспериментальный микроспутник для отработки новых технологий по многоспектральной съемке Земли и изучения физических параметров космического пространства.

37. Микроспутник, выполняющий телевизионную съемку Земли с высоким разрешением (до 6 м) по заказам пользователей; разработан в Берлинском техническом университете.

38. 26-й полет КК "Дискавери" (STS-96) с экипажем из 7 человек, в их числе астронавт Канады и космонавт России. В ходе 10-сут полета экипаж выполнил программу по графику сборки Международной космической станции – установил в модулях новое оборудование, в открытом космосе

смонтировал грузовой кран и др. оборудование, а также запустил спутник (№ 30В). Экспедиция завершилась 6 июня.

39. Микроспутник "Starshine" ("Звездный свет") – сфера с 877 зеркалами. Создан в образовательных целях Военно-морской исследовательской лабораторией США. В течение 8 мес школьники из 18 стран вели визуальные наблюдения за полетом спутника и рассчитывали параметры его орбиты.

40. Два резервных спутника связи низкоорбитальной системы (запущено 90 КА) международного консорциума "Iridium LLC", включающего 17 компаний из 8 стран (Россия в их числе), обеспечивает глобальную персональную телефонную и телефаксную связь. Система состоит из 72 КА, расположенных в шести плоскостях.

41. 9-й спутник непосредственного телевещания (аналоговые и цифровые каналы), принадлежащий компании Люксембурга, создан американской фирмой "Hughes Space & Communications". Расчетный срок эксплуатации – 15 лет в точке 19,2° в.д.

42. Научный микроспутник с высокочастотным радиолокатором микроволнового диапазона (скаттерометр) для определения скорости и направления ветра над океанами.

43. Астрофизическая обсерватория "FUSE" ("Спектроскопический исследователь в крайнем ультрафиолете") снабжена УФ-телескопом с диапазоном 90,5-119,5 нм для изучения состава межзвездного газа и распределения дейтерия во Вселенной.

44. 50-й спутник "Молния-3" входит в систему обеспечения телефонно-телеграфной связи, передачи программ телевидения на приемные пункты сети "Орбита" и экстренной связи между президентами России и США.

45. Первый российско-украинский КА "Океан-О" второго поколения дистанционного зондирования Земли, изучения океана и состояния окружающей среды, контроля чрезвычайных ситуаций.

46. 26-й полет корабля "Колумбия" (STS-93) с 5 астронавтами (впервые командиром стала женщина – А. Коллинз), в составе экипажа представитель Франции. За 5 сут полета экипаж запустил на орбиту тяжелую рентгеновскую обсерваторию "Chandra" (№ 40В) и выполнил 26 экспериментов. Посадка КК состоялась 28 июля.

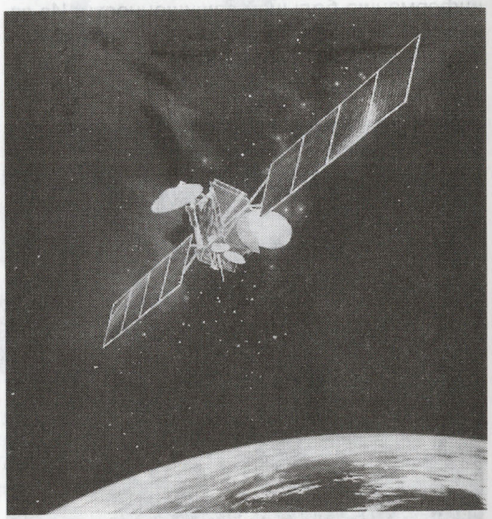
47. Рентгеновская астрофизическая обсерватория "Chandra" ("CXO" или "AXAF") с наиболее мощным телескопом в мире, работающим в диапазоне 0,1-10 кэВ, выполняет наблюдения широкого класса слабых источников во Вселенной с угловым разрешением до 0,5".

48. Геостационарный спутник телевещания и передачи мультимедийных данных принадлежит индонезийской компании "Telekommunikasi". Обслуживает Индонезию, Сингапур, Малайзию и Филиппины (108° в.д.).

49. 18-й спутник детальной фоторазведки четвертого поколения "Янтарь-4К2" ("Кобальт-1" № 2) запущен в интересах Главного разведывательного управления Генерального штаба РФ. Посадка с результатами съемки проведена 15 декабря 1999 г.

50. 89-й запуск военного КА типа "Парус". Входит в навигационно-связную систему "Циклон-Б" для определения местоположения кораблей и подводных лодок ВМФ России с точностью 80-100 м.

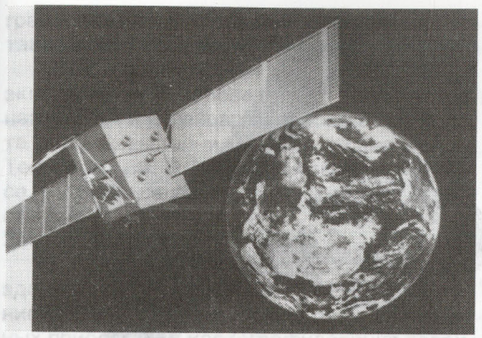
51. Спутник геостационарной системы телекоммуникации "Mugunghwa-ho 3" южнокорейской компании "Korea Telecom" обеспечивает фиксированную связь и прямое телевещание. Изготовлен американской фирмой "Lockheed Martin" (112,5° в.д.).



Южнокорейский телекоммуникационный спутник прямого телевещания "Koreasat-3" (№ 46А)

52. Два геостационарных спутника системы связи и телевещания "Ямал" для предприятий российской газовой промышленности. Созданы по заказу акционерного общества "Газком". Развернуты более 60 приемных наземных станций в России, Болгарии и Турции (80 и 90° в.д.).

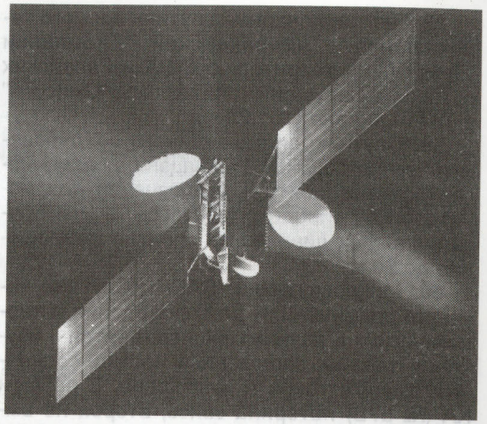
53. Международная лаборатория микрогравитации (менее 10^{-5} g) из серии российских технологических КА запущена по программе космических агентств России, Германии, Франции и ESA. На спутнике установлена аппаратура для изучения физики жидкостей, биологических образцов и конструкционных материалов, проведения технологических экспериментов (выращивание кристаллов полупроводников). Спускаемый аппарат возвратился 24 сентября 1999 г.



Геостационарные спутники "Ямал" (№ 47А-В) обеспечивают связью российские предприятия газовой промышленности

54. Геостационарный ИСЗ связи американской корпорации "Echostar Communications" для прямого вещания до 500 цифровых телеканалов и видеопрограмм на территорию США (110° з.д.).

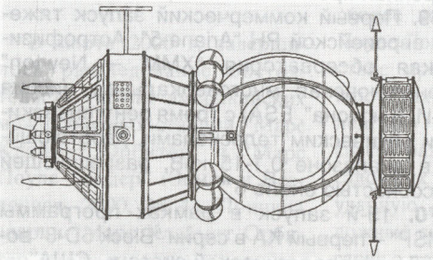
55. Первый геостационарный спутник связи международного совместного предприятия "Lockheed Martin Intersputnik" (LMI), состоящего из организации "Интерспутник" (23 страны-участницы, в их числе Россия) и американской авиакосмической корпорации "Lockheed Martin", создавшей КА (75° в.д.).

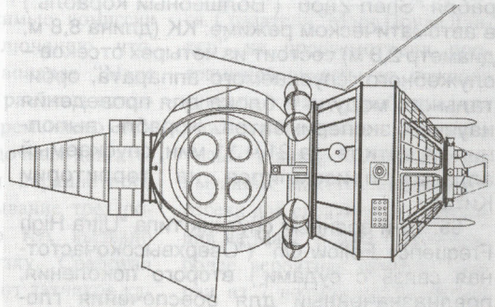


Спутник прямого цифрового телевещания американской компании "Echostar" (№ 50А)

56. 53-й спутник этой серии (второй модификации) обеспечивает синхронную крупномасштабную (площадью 24-27 млн км^2) и спектрозональную фотосъемку поверхности Земли с разрешением 7-10 м. Посадка КА проведена 21 октября 1999 г.

57. Военный навигационный КА второго поколения, входящий в спутниковую систему "GPS" (27 спутников в шести плоскостях), выполняющую высокоточное определение местоположения и времени наземных, морских, воздушных и космических целей.





Российские космические аппараты прикладного назначения: а) технологический "Фотон-12" (№ 48А) для проведения экспериментов в условиях микрогравитации; б) дистанционного зондирования Земли "Ресурс Ф-1М" (№ 54А) – фотосъемка участков поверхности с высоким разрешением (до 7 м)

58. Геостационарный спутник прямого телевещания американской компании "DirecTV" на территорию США и Гавайских островов. Запущен с платформы "Одиссей" в Тихом океане (101,2° в.д.).

59. Спутник дистанционного зондирования Земли "CBERS-1" запущен на солнечно-синхронную орбиту. Предназначен для мониторинга природных ресурсов КНР и Бразилии в трех диапазонах спектра (разрешение до 20 м).

60. Микроспутники "SACI" ("Спутник научного применения") для проведения технологических и научных экспериментов – изучения плазмы, заряженных частиц, солнечных лучей и токов в ионосфере. С первым КА (№ 57В) потеряна связь, второй не вышел на орбиту из-за аварии бразильской РН на 200-й с полета.

61. Первый геостационарный спутник связи данной серии из трех КА, оборудованных французской электроникой, ретранслирует телепрограммы на всю территорию России, страны Восточной Европы и Центральной Азии. КА потерян при аварии РН.

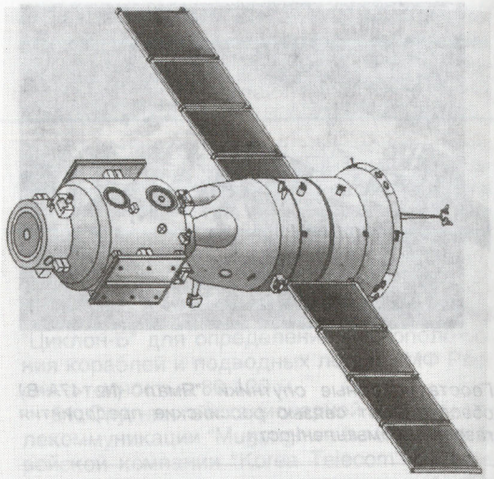
62. Коммерческий спутник международной компании "GE American Communications", используется для телефонной связи, телевещания и передачи сообщений в пределах США и Канады (101° з.д.).

63. Многофункциональный транспортный спутник с "солнечным парусом" для связи, навигации и инспекции в интересах службы управления воздушным движением Министерства транспорта Японии, получения обзорных изображений поверхности Земли в метеорологических целях. Авария РН произошла на 240-й с полета.

64. Первый испытательный орбитальный полет китайского пилотируемого корабля "Shen Zhou" ("Волшебный корабль") в автоматическом режиме. КК (длина 8,8 м, диаметр 2,8 м) состоит из четырех отсеков – служебного, спускаемого аппарата, орбитального модуля и блока для проведения научных экспериментов. Корабль выполнил 14 витков за 21 ч 11 мин, спускаемый аппарат приземлился на территории Китая.

65. 10-й военный спутник типа "Ultra High Frequency Follow-On" ("Сверхвысокочастотная связь с судами") второго поколения, предназначенный для обеспечения глобальной связи ВМФ США с наземными объектами (187° з.д.).

66. Спутник оптико-электронной разведки, создан в рамках совместной военной программы Франции, Италии и Испании.



Китайский пилотируемый космический корабль "Shen Zhou-1" (№ 61А), состоящий из четырех отсеков – служебного с солнечными батареями, спускаемого аппарата для экипажа из четырех человек и орбитального модуля (цилиндрической формы) с научным отсеком для выполнения экспериментов на орбите

67. Французский военный микроспутник для отработки технологии ведения радиоэлектронной разведки.

68. Низкоорбитальная спутниковая система, состоящая из 35 ИСЗ в четырех орбитальных плоскостях, международного консорциума "Orbcomm Global" (США, Канада и Малайзия). Передача алфавитно-цифровой информации и определение положения мобильных наземных объектов для коммерческих структур (транспорт, нефтегазовая и оборонная промышленность).

69. Первый коммерческий запуск тяжелой европейской РН "Ariane-5". Астрофизическая обсерватория "XMM – Newton" ("Рентгеновская многозеркальная миссия им. И. Ньютона", ESA) с тремя рентгеновскими и оптическим телескопами, работающими в диапазоне 0,1-15 кэВ, разрешающей способностью около 6".

70. 15-й запуск в рамках программы "DMSP" – первый КА в серии "Block 5D-3" военной метеорологической системы США.

71. Научный КА "Terra" ("Земля") запущен по программе "EOS" ("Система наблюдения Земли") для измерения физических свойств атмосферы и суши, биосферных и океанографических исследований. На спутнике установлено 5 приборов.

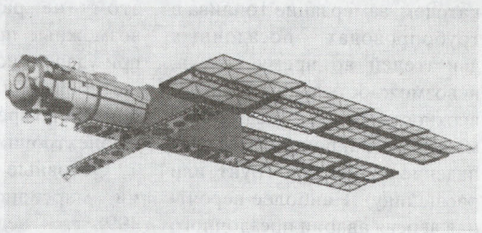
72. 27-й полет КК "Дискавери" (STS-103) с экипажем из 7 человек, в их числе астронавты ESA и Швейцарии. В ходе 8-сут полета экипаж выполнил ремонт Космического Телескопа им. Э. Хаббла в открытом космосе – три выхода общей продолжительностью 24 ч 33 мин. Корабль возвратился на Землю 28 декабря.

73. Корейский многоцелевой спутник, созданный совместно с американской компанией "TRW". На нем установлены три научных прибора для картографирования территории Кореи, съемки поверхности Мирового океана и изучения физики космоса с помощью датчиков ионосферных измерений и потока частиц высоких энергий.

74. Научный спутник "ACRIMSAT" ("Спутник с датчиком освещенности на основе радиометра с активным резонатором") создан в рамках программы NASA "Миссия к планете Земля" для изучения климата. КА измеряет поток солнечного излучения.

75. Контейнер с капсулами праха 38 человек (дополнительная нагрузка на третьей ступени РН). Третье захоронение в космосе, проведенное коммерческой компанией "Celestis Inc.".

76. 125-й запуск РН "Ariane". Спутник связи принадлежит компании "PanAmSat" (создан фирмой "Hughes Space"). Обслуживает территорию Америки (99° з.д.).



Российский военный спутник морской радиоэлектронной разведки "Космос-2367" (№ 72А)

77. Спутник системы морской радиоэлектронной разведки и целеуказания ВМС России для обнаружения кораблей противника.

78. 80-й военный КА типа "Око" системы предупреждения о ракетном нападении МО РФ, обеспечивает наблюдение за районами базирования американских ядерных ракет.

(По материалам NASA, ESA, DASA и CNES, бюллетеня "COSPAR" и журналов "Spaceflight", "Flieger Revue" и "Новости космонавтики" за 1999-2000 гг.)

С.А. ГЕРАСЮТИН

Информация

Причины аварий марсианских АМС

В марте 2000 г. завершилось расследование обстоятельств гибели американских межпланетных станций "Марс Клаймит Орбитер" и "Марс Поуле Лэндер" (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Причина аварии "Марс Клаймит Орбитер" стала известна вскоре после потери орбитальной станции (сгорела в атмосфере: вошла в нее на слишком малой высоте из-за ошибки операторов ЦУП). Судьба же "Марс Поуле Лэндер" останется неизвестной, так как отсутствует телеметрическая информация на участке спуска.

Три независимые комиссии пришли к заключению, что, скорее всего, аппарат "Марс Поуле Лэндер" разбился вследствие преждевременного выключения посадочных двигателей. Во время парашютного спуска развертывание трех посадочных опор КА вызвало ударную нагрузку. Сработал ложный сигнал от датчиков касания о поверхность Марса. Это произошло через 4 мин 13 с после входа в атмосферу на высоте 4,8 км. Бортовой компьютер запомнил сигнал и через определенное время дал команду на отключение посадочных двигателей. Аппарат, упав с высоты 40 м со скоростью 20-22 м/с (в 8-9 раз выше расчетной), разбился. Создатели "Марс Поуле Лэндер" не предусмотрели программной защиты от ложного сигнала. Факт срабатывания ложного сигнала выявился только в январе 2000 г. при испытаниях макета посадочного отсека для следующей экспедиции на Марс, в 2001 г. Это наиболее вероятная причина аварии из 7 возможных – прогар лобового теплозащитного экрана при столкновении с микрометеоритом, потеря управления во время работы посадочных двигателей или вследствие смеще-

ния центра тяжести, повреждение аппарата хвостовым обтекателем, замерзание топлива в трубопроводах посадочных двигателей во время спуска, невозможность работы на поверхности Марса (недопустимый угол наклона, более 10°, падение в рыхлый грунт или расщелину). Наиболее вероятная версия аварии посадочного аппарата не объясняет причин потери двух пенетраторов эксперимента "Дип Спейс-2". Ни один из них не подал сигнал во время спуска. По мнению одной из комиссий, пенетраторы не были готовы к запуску и поэтому не работали. Другие возможные причины отказа – при ударе о поверхность рикошетировали, приземлились набок или во время удара отказала электроника.

Основные причины неудачи марсианских программ 1998 г. – недостаточное финансирование и ограниченные сроки разработки АМС. В результате аварии двух АМС потеряны 500 млн долларов. Изменения в проект посадочный станции "Марс Сервейер Лэндер" за год до запуска (весной 2001 г.) внести невозможно. Поэтому 28 марта 2000 г. NASA объявило об изменении марсианской программы. Запуск посадочного аппарата отменен, но в плане остался запуск орбитальной станции в 2001 г. Пересматриваются научные задачи исследований Марса и график запусков последующих АМС.

По материалам NASA и JPL

Информация

Путешествия через "кротовые норы"

12 апреля 2000 г. в научно-технических новостях Би-би-си появилось сообщение о топологических туннелях, соединяющих отдаленные части Вселенной. Их называют "кротовые норы" или "червячные ходы", а также мосты Эйнштейна-Розена или горловины Шварцшильда.

Судя по современным моделям, основанным на общей теории относительности Эйнштейна, "кротовые норы" могут существовать. Образования с отрицательной энергией – "экзотическая материя" – сохраняют их открытыми, но они способны удерживать только крошечные "кротовые норы", меньше атома.

Новые вычисления показывают, что не исключено существование больших и устойчивых дыр в пространстве, провалившись в которые можно очутиться в другой галактике. "Кротовые норы", обеспечивающие перескок через время и пространство, давно интересуют ученых и интригуют читателей научно-фантастической литературы.

Расчеты Сергея Красникова из Пулковской обсерватории показывают, что "кротовые норы" могут получать энергию из экзотической материи самостоятельно. Созданный таким путем топологический проход большого размера останется открытым на время, достаточное для использования людьми.

Другие теоретики также проявляют интерес к работе С. Красникова, но они более осторожны в оценке. "Это следует воспринимать серьезно", – отметил И. Мосс, эксперт по теории относительности из университета в Ньюкастле, но добавил, что возможны трудности в реализации идей.

По мнению С. Красникова, проверить его расчеты созданием больших "кротовых нор" невозможно при существующих технологиях. "Но даже в том случае, если "кротовые норы" остались после Большого Взрыва, их обнаружение произведет колоссальное воздействие на способы путешествия между звездами", – добавил он. Ведь "кротовые норы" могут сокращать дистанцию между разными областями пространства и времени. С их помощью можно путешествовать через топологический туннель между отдаленными районами Вселенной быстрее, чем луч света, пролетающий по нормальному протяженному континууму пространства-времени…

Материал подготовил Л.С. Ширшов

Информация

Селевый поток затопил город

Это грозное явление природы давно известно жителям горных долин и предгорий во многих странах мира. Его называют словом "сель", означающим "бурный поток". И в самом деле, когда возникает сель, любая горная речка, какой бы маленькой она ни была, в одно мгновение превращается в стремительно несущуюся массу воды, камней, грязи, сметающую все на своем пути. Уменьшить опасность призваны противоселевые сооружения: дамбы, лотки, галереи. Но они рассчитаны на поток определенной мощности. Если она превышена, катастрофы не удается избежать.

Так произошло в середине июля 2000 г. в Кабардино-Балкарии, где на пути бешеного селевого потока, вырвавшегося из Герхожанского ущелья, оказался город горняков Тырныауз. Катастрофа вызвана прорывом переполненных водой приледниковых озер в верховьях р. Герхожан – правого притока стекающего со склонов Эльбруса Баксана. Освободившаяся вода устремилась вниз по долине, увлекая за собой рыхлый материал морен и огромные валуны весом по 100–200 т.

Город Тырныауз построен в 1940 г. близ крупнейшего в нашей стране месторождения вольфрама и молибдена, на базе которого создан горно-обогатительный комбинат. От селей город защищали высокая дамба и другие сооружения, которые исправно служили десятки лет. К селевой опасности городу не привыкать: она возникает раз в 10–15 лет. До последнего времени о ней предупреждали специальные наблюдательные посты в ущельях Приэльбрусья. Но из-за финансовых трудностей они были закрыты, и в это лето предупреждения не было. А сила грязекаменного потока оказалась как никогда большой.

Город Тырныауз в Кабардино-Балкарии, затопленный мощным селевым потоком, вырвавшимся из ущелья правого притока р. Баксан в июле 2000 г.

Первый удар стихии жители города испытали в ночь с 18-го на 19 июля. Ему предшествовал нарастающий гул в горах. В 23 ч поток воды, камней и грязи прорвался по руслу р. Герхожан на окраины. Рухнул отдельно стоявший девятиэтажный дом, снесено несколько одноэтажных домов и, как ножом, срезан угол пятиэтажного дома. Перекрыта автодорога, ведущая в Приэльбрусье, нарушено газо-, энерго- и водоснабжение. За 10 ч селевый поток переполнил русло Баксана. Погибли 8 человек, пропали без вести – шестнадцать.

Утром напор воды стал ослабевать, но после полудня новый удар обрушил на одной из улиц половину девятиэтажного дома. Вода хлынула на центральный в городе проспект, передвигаться по которому

стало возможно лишь на лодках. Снова затишье, а вечером следующего дня под усилившимся напором полностью разрушен пятиэтажный дом. 24–25 июля Тырныауз пережил еще одну атаку стихии. На этот раз снесены сооруженные спасателями временный пешеходный мост, водопровод и кабель междугородной связи. За неделю пять раз сходил сель, оставляя все новые следы разрушения…

Район Приэльбрусья отличается повышенной селеопасностью. За проявлением стихии внимательно следят ученые Высокогорного геофизического института, расположенного в Нальчике, и Проблемной лаборатории снежных лавин и селей МГУ им. М.В. Ломоносова. По их заключению, необычно мощный сель, обрушившийся на Тырныауз, вызван неблагоприятным сочетанием очень жаркой погоды, усилившей таяние ледников, и ливневых дождей в горах.

В.А. МАРКИН

Информация

Короткие колебания климата

Анализ колонок древнего льда из кернов, поднятых при бурении в Гренландии, показал, что на фоне длительных межледниковых и ледниковых перепадов многократно происходили более короткие колебания климата, охватывавшие значительную часть Северного полушария. За резкими потеплениями, продолжавшимися всего десятилетия, следуют несравнимо более длинные (2-3 тыс. лет) периоды постепенного похолодания, завершающиеся холодной фазой продолжительностью приблизительно в тысячу лет.

Соответствующие данные и математические модели позволяют предположить два альтернативных механизма подобных явлений. Их приводят в действие либо изменения размеров ледникового покрова Северного полушария, либо практически независимые от внешних причин колебания уровня Мирового океана.

Сотрудники Лаборатории наук о климате и окружающей среде в Жифсюр-Ивет (Франция) из Лаборатории по определению возраста и изотопным исследованиям Кильского университета (Германия), из Лаборатории исторической ботаники им. Сент-Жерома (Марсель, Франция) и из Исландского университета в Рейкьявике исследовали озеро Аммерзее в 50 км от Мюнхена (Бавария, Германия). Его длина – около 50 км, а максимальная глубина составляет 81 м. Изотопный состав вод озера по кислороду (^{18}O) непосредственно связан с изотопным составом выпадающих там осадков. Температура воды –4°С в слое, лежащем ниже 50 м, очевидно, оставалась неизменной в течение всего изученного периода – за 15-5 тыс. лет до настоящего времени. Даже крупные гидрологические изменения, например, объема вод или интенсивности испарения изменить изотопный состав ^{18}O могли лишь незначительно.

Содержание ^{18}O в раковинах моллюсков на дне озера и в буровых колонках донного грунта совпало с показателями по Гренландии во время последнего оледенения. Отдельные колебания климата привязаны, очевидно, к кратковременным ослаблениям морской циркуляции, вызванной эпизодическими выбросами в Северную Атлантику пресных вод континентального происхождения.

Установлено, что климатические изменения в Гренландии и Центральной Европе за изученный период происходили одновременно. Возможно, что это локальные проявления быстрых изменений направления в переносе тепла на север Атлантики, в которых участвовала "конвейерная" система соленых морских вод.

Температура поверхности Северного и Норвежского морей, реконструированная по ископаемым фораминиферам и диатомовым водорослям, также сходна с материалом озера Аммерзее. Между 8,5 и 10 тыс. лет назад в Центральной Гренландии наступило относительное потепление, вызванное, вероятно, ослаблением Восточно-Гренландского течения. Все известные переходы от холодного к теплому климату были очень быстрыми – не дольше 10 лет.

Science, 1999, **284**, *1654*

Вселенная для детей

Это заглавие несет здесь не только аллегорический, но и буквальный смысл. Издательство "Русское энциклопедическое товарищество" выпустило очередной том **"Большой детской энциклопедии"** – "Вселенная" – посвященный астрономии. Книга обычного "энциклопедического" формата, красочно оформленная, как и полагается детским книгам. Научные редакторы М. Смирнов и А. Микиша.

Том составлен из пяти разделов: **"Звездный мир. Вселенная", "Солнечная система", "Человек познает Вселенную", "Наблюдательная и практическая астрономия" и "Человек и Вселенная".** Первое, что бросается в глаза: нестандартный порядок

изложения, отличающийся от принятого в учебниках и справочных изданиях. Забегая вперед, скажу, что эксперимент удался, книга выиграла, она стала более доступной и понятной, но, главное, при таком порядке удалось построить рассказ об астрономии более логично и увлекательно. Второе, что я отметил как рецензент: все разделы почти одинаковы по объему, примерно по 115 страниц. Впрочем, история астрономии не ограничена третьим разделом, историческое введение предшествует каждому разделу.

В первой главе – **"Возникновение Вселенной"** – это введение начинается со ссылок на древние эпосы разных народов и продолжается вплоть до Коперника и Эйнштейна. Дальше можно перейти и к Большому Взрыву и его следствиям (реликтовое излучение), но вот заканчивать главу нерешенными загадками Большого Взрыва не следовало бы. Ничего не сказано об инфляционной Вселенной и предшествующей ей вакуумной пене с квантовыми флуктуациями, а ведь многие "нерешенные" загадки в ней исчезли. Правда, появились новые. (Впрочем, как считает Е.П. Левитан, вовсе не обязательно втискивать "всю науку" в рамки даже энциклопедической детской книги!)

Каждая тема сопровождается жизнеописаниями ученых, имеющих к ней отношение. Например, в первой главе помещены рассказы об Эйнштейне, Гамове, Хокинге. Биографические отступления, как и другие самостоятельные сюжеты, выделены цветом. Помогает восприятию текста и чувство юмора редакторов. Проявляется оно иногда в

неожиданных местах. Например, в таблице спутников планет в графе "открыватель" напротив нашей Луны проставлено: *"неизвестен"*.

Глава вторая: **"Звезды – далекие солнца"**. От стихов Ивана Бунина через физику звезд, их эволюцию, смерть (нейтронные звезды и черные дыры) и снова до круговорота звездного вещества и рождения звезд. Здесь же рассказ об экзопланетах и яркое замечание по поводу этого термина: в нем *"очень удачно сочетаются оттенки иноземности и экзотичности подобных небесных тел"*.

Глава третья, **"Галактики. Острова и материки Вселенной"**, начинается со звездных скоплений, а далее речь идет о Млечном Пути. Тоже необычный порядок. Биографии Шепли, Бааде, Хаббла. Другие звездные системы, радиогалактики и квазары. Скрытая масса и варианты ее объяснения. Кажется, составители предпочитают коричневые карлики либо считают, что их вклад в невидимое вещество недооценен.

Вот и другой раздел. **Солнце.** Строение, активность, источники энергии. Неуловимый невидимка – нейтрино. Почему их так мало приходит от Солнца? Удовлетворительного объяснения, по мнению авторов, пока нет.

Солнечная система. Планеты, их движение, кометы, космогония. А дальше – планеты по отдельности, начиная с Земли. Уж, кажется, о Земле и Луне все известно, а о знакомых вещах трудно рассказать так, чтобы было интересно. Но у авторов "Энциклопедии" это получилось. Меркурий – царство жары, Венера, тайны Марса. Переход к планетам-гигантам. Юпитер – почти звезда, внутри него водород перешел в жидкое металлическое состояние, а температура поверхности этого металлического океана, 11000 К, почти в два раза превосходит температуру поверхности Солнца. Сатурн – окольцованная планета, Уран – аквамариновая, Нептун – предсказанная. Какие эпитеты подобрали составители!

А ведь еще нужно рассказать о системах спутников и колец у каждой планеты. Какие они все разные и интересные! И это тоже удалось показать авторам. Отмечу лишь два момента, хороший и плохой. За полгода до открытия 10 новых спутников Урана в 1986 г. орбиты шести из них были вычислены российскими астрономами А. Фридманом и Н. Горькавым. Так что теперь в Солнечной системе есть не только предсказанная планета, но и предсказанные спутники планет. И второе: в отступлении на тему об именах спутников Урана сказано, что все они названы в честь положительных шекспировских героинь. Однако два спутника Урана, обнаруженные в 1997 г., получили имена злых, отрицательных персонажей Шекспира, возможно за резкое отличие их орбит от орбит остальных спутников. Том вышел через два года, а это не отражено, хотя в списке спутников планет эти два спутника Урана упомянуты, но без имен.

Заканчивается раздел главой о малых телах Солнечной системы.

Третий раздел с подзаголовком – **"Очерки истории астрономии"**. От Стоунхенджа через астрономию Египта и Месопотамии к античной, прерванной ходом истории вскоре после Птолемея. Древняя астрономия Китая и Индии. Арабская астрономия, подхватившая знамя античной, пополнившая ее и подготовившая переход к астрономии европейского Возрождения.

Европейцы начали строить научную картину мира. Великие ученые Коперник, Тихо Браге, Кеплер, Галилей перевели астрономию на новый этап – **"Астрономия Нового времени"**. Рассказ о ней начинается с "Роберта Гука – открывателя законов природы". Так кто же открыл закон всемирного тяготения? История его изобилует драматическими ситуациями, в попытках объяснить которые мы можем сослаться лишь на своеобразие черт характеров ученых, чтобы не сказать "не от мира сего".

Первые обсерватории, Парижская и Лондонская. Первые астрономы-наблюдатели – Кассини, Оле Ремер, Флемстид, Галлей, Брадлей. (Здесь придется отметить: в отступлении описано явление аберрации, открытое Брадлеем.

Дано объяснение, фигурировавшее в старых книгах по астрономии и неоднократно разруганное: *"Свет имеет конечную скорость... и пока идет от объектива до окуляра..."* Жив курилка!) Вильям Гершель – обзоры неба и Ф. Бессель – точные измерения.

Дальше следует рассказ о Ньютоне, опоздавший по хронологии. Но зато вполне логично он предшествует "Золотому веку небесной механики". Заканчивается раздел "Российской астрономией от Петра I до наших дней" и "Астрономией XX века".

Описание неба (эффекты его вращения, звезды и созвездия, движение планет, Луна, смена ее фаз, затмения) содержится во второй половине книги, в четвертом разделе (глава 1). Здесь же системы координат, каталоги, астрометрия, включая астрометрический спутник "Гиппарх".

Глава вторая: **"Возможности современной астрономии"**. Телескопы от Галилея до 6-м Большого Телескопа Азимутального. Далее – спектральный анализ: **"Подписи неграмотных атомов"**. К трем крупнейшим обсерваториям мира отнесены Мауна-Кеа на Гавайях, Европейская Южная в Чили и Специальная Астрофизическая на Кавказе. Тут и выясняется, что существуют телескопы и побольше БТА. Радиоастрономия, инфракрасная (**"Взгляд в невидимое"**) и рентгеновская (**"Лучи, проходящие сквозь заслоны"**) астрономия. **"Самые жесткие кванты Вселенной"** и их таинственные гамма-всплески. Заканчивается раздел главой **"Прикладная астрономия"** (географические координаты, время и календарь).

Последний раздел начинается с главы **"Мыслящая Вселенная"**, рассказом о Джордано Бруно. Надо сказать, что составители очень смело взялись за разъяснение на доступном для детей уровне очень сложных вещей, и с задачей справились. Рассказу о Бруно сопутствует отступление "Пантеизм – природа и Бог". Среди идей Бруно сделан акцент на мало обсуждаемую: *"Душа Мира господствует над Вселенной, как душа человека над его телом"*. Великий еретик Дж. Бруно видел Вселенную Разумной.

А дальше – **"Русский космизм – философия и люди"**. Его фундамент – признание цели и предназначения человека как космического существа. Идеи Н. Федорова, К. Циолковского, А. Чижевского, В. Вернадского, убежденных в существовании "братьев по разуму", неожиданно продолжились заключением И.С. Шкловского об уникальности человеческого разума и в связи с этим космической ответственностью землян перед Природой. Вершина эволюции человека – переход к существованию в виде "эфирных тел". Более того, некоторые космисты допускали возможность воскресения из мертвых, ибо человек не умирает, а переходит в энергетическое состояние с сохранением индивидуальности...

Далее речь в книге идет уже не о месте человека во Вселенной, а о том, почему существуют и она (Вселенная) и мы (люди). Рассматривается антропный принцип. Химические элементы, звезды, жизнь могут появиться только при определенных значениях мировых констант – небольшого числа основных физических параметров. (Вот только следует ли вносить в сферу действия антропного принципа и удачное положение Солнца в Галактике?) Наша Вселенная как будто специально подобрана так, чтобы в ней мог появиться человек. Почему? Может быть, в Мире существуют одновременно все мыслимые вселенные. Любопытно, что эта гипотеза высказана без ссылки на вакуумную пену, из пузырьков которой рождаются вселенные.

Вторая глава, **"Человек покидает Землю. Космонавтика"**, уже не столь философична, она более практична, ведь в XX в. полеты в Космос перешли от мечты к реальности. Но и здесь много места уделено *"размышлениям о людях и судьбах"*. Как правило, судьбы весьма нелегкие: Циолковский, Цандер, Кондратюк-Шаргей, Королев. Но именно *"создатели научной и практической космонавтики первыми познали счастье приобщения к той "**космической этике**", о которой мечтали вели-*

кие провидцы Дж. Бруно и К.Э. Циолковский" (с. 509).

Мечты продолжаются: *"Космическое будущее человечества" в "превращении человека... в мыслящее существо галактического масштаба – гражданина Вселенной"*. Тем более, что рассуждения на тему **"Одиноки ли мы во Вселенной"** (так названа глава 3) пока не дают результата. Рассмотрены варианты: "В поисках контакта", "Следы таинственных пришельцев", "НЛО. Реальность и вымысел" – доказательств нет.

Может быть, не стоило именно в конце книги помещать главу **"Астрология"?** Рассказ о ней, конечно, уместен, да и написан великолепно. Убедительно разъяснены неизбежность появления астрологии в древности, ее определенная польза для развития астрономии, ее живучесть в наше время, несмотря на отсутствие у нее какого-либо научного обоснования. И все же, если астрологией занимаются *"люди, обладающие совершенно непонятными до сих пор свойствами сознания, разума... тем, что в разные времена называлось астральным флюидом, Мировой Душой, ноосферой... они достигают поразительных результатов" (с. 567).* (Я в свое время близко познакомился с работой одной женщины-астролога, великолепного психолога по призванию, и убедился, что она действительно помогает клиентам. Здесь, впрочем, астрология – только антураж, но сами действующие лица об этом не знают.)

В послесловии на неожиданно равноправной основе рассмотрены разные **"Методы и пути познания Вселенной"**: научное, религиозное, эзотерическое. Первые два в рецензии можно не разъяснять, нет места подробно объяснить третье, а если сказать по возможности кратко – это знание через *"доступ к общению с Мировым Разумом и Мировой Душой". "Не подлежит сомнению, что мир стоит на пороге создания новой научной системы взглядов и способов познания... Но все-таки пока научный подход дает человеку возможность получить наиболее полное представление об окружающем мире, в частности, о самом близком для людей объекте – Вселенной, и эта книга – тому подтверждение" (с. 576).*

В.А. ЮРЕВИЧ,
кандидат физико-математических наук

Указатель статей, опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 2000 г.

АЛЕКСАНДРОВИЧ Н.Л., АРЕФЬЕВ В.А. Итоги работы орбитальной обсерватории "Рентген" 6

БРЮХАНОВ Н.А., ХАМИЦ И.И. Новые модули российского сегмента Международной космической станции 6

ВИТЯЗЕВ А.В. Импакты в ранней и современной истории Земли 2

ГАЗЕНКО О.Г., ГРИГОРЬЕВ А.И., МАЛАШЕНКОВ Д.К. Космическая биология и медицина на рубеже столетий 5

ГЕРАСИМОВ И.А., МУШАИЛОВ Б.Р. Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе 6

ГРАЧЕВ А.Ф. Геодинамическая причина биосферных катастроф 5

ДАМБИС А.К., РАСТОРГУЕВ А.С. Шкала расстояний во Вселенной 1

ИВАНОВ-ХОЛОДНЫЙ Г.С. Солнечная активность и геофизические процессы 1

КАРДАШЕВ Н.С. Радиотелескоп больше Земли ("Радиоастрон") 4

КЛИМОВ С.И., РОДИН В.Г., ГРИГОРЯН О.Р. Излучение и контроль "космической погоды" 3

КУЗНЕЦОВ В.Д. Космические проекты ИЗМИРАН 2

КУЗЬМИН Р.О. Результаты экспедиции "Марс Патфайндер" 4

ЛОСЕВ К.С., АНАНИЧЕВА М.Д. Проблемы эмиссии парниковых газов 4

ПОПОВ С.Б. Новорожденные нейтронные звезды 2

ШУСТОВ Б.М. Галактика: прошлое, настоящее, будущее 3

ЭКОЛОГИЯ

МИХАЙЛОВ В.Н., КОСАРЕВ А.Н., КУРАЕВ А.В. Когда река встречается с морем 3

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

В связи с 35-летием журнала на вопрос редакции отвечают известные ученые (Ю.Н. КОПТЕВ, А.А. ГАЛЕЕВ, В.М. КОТЛЯКОВ, Э.М. ГАЛИМОВ, Г.С. ГОЛИЦЫН, В.Л. ГИНЗБУРГ, Н.С. КАРДАШЕВ, А.М. ЧЕРЕПАЩУК, М.Я. МАРОВ, Ю.П. СЕМЕНОВ, А.В. НИКОЛАЕВ, С.С. ЛАППО, В.Н. СТРАХОВ, Г.Н. ПЕТРОВА, Ю.Н. ЕФРЕМОВ, В.Н. ОБРИДКО, В.В. КАЗЮТИНСКИЙ, А.А. ДРАЖНЮК) 1, 2

ЛЮДИ НАУКИ

АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ ЧЕРЕПАЩУК (к 60-летию со дня рождения) 3

АНДРИАНОВ И.В. Владимир Васильевич Белецкий (к 70-летию со дня рождения) 4

БАРМИН И.В. Владимир Павлович Бармин (к 90-летию со дня рождения) 1

БРЫКОВ А.В. Михаил Клавдиевич Тихонравов (к 100-летию со дня рождения) 4

ВИКТОР КУЗЬМИЧ АБАЛАКИН (к 70-летию со дня рождения) 4

Высокая награда российскому астрофизику 6

ДУБЯГО И.А. Дмитрий Иванович Дубяго (к 150-летию со дня рождения) 4

ЕСАКОВ В.А., МАРКИН В.А. Александр фон Гумбольдт 2

КАНТЕМИРОВ Б.Н. Михаил Сергеевич Рязанский (к 90-летию со дня рождения) 3

КОРОТЦЕВ О.Н., ЛЕВИТАН Е.П. Малой планете присвоено имя российского астронома 5

МИЛЬХИКЕР М.А. Ари Абрамович Штернфельд 5

ОСИПКОВ Л.П. Награда – российскому астроному 2

Памяти Андрея Аркадьевича Аксенова 2

Памяти Владимира Федоровича Уткина 2

Памяти Владимира Исааковича Левантовского 4

Памяти Вилена Валентиновича Нестерова 4

Памяти Германа Степановича Титова 6

СОКОЛОВ В.Е. Глеб Евгеньевич Лозино-Лозинский (к 90-летию со дня рождения) 6

ШЕВЧЕНКО В.В., РОДИОНОВА Ж.Ф. Юрий Наумович Липский (к 90-летию со дня рождения) 2

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

ХОЗИН Г.С. Россия в мировой космонавтике 2

ИСТОРИЯ НАУКИ

ГИНДИЛИС Л.М. SETI в России: последнее десятилетие XX в. 5, 6

ИВАНОВ В.И. Космические помощники природоведов 4

КУЗЬМИН А.В. Рождение современной звездной карты: 1922–1928 4

ТАМКОВИЧ Г.М. Государственная комиссия по международному проекту "Интербол" 6

ЧАЙКОВСКИЙ Ю.В. Север Азии известен с XVI века? 2

ИЗ НОВОСТЕЙ РОССИЙСКОЙ КОСМОНАВТИКИ

ЛЫНДИН В.И. Полет орбитального комплекса "Мир" в 1999 г. 1

ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

ГЕРАСЮТИН С.А. I. Запуски астрофизических обсерваторий II. Полеты автоматических межпланетных станций 4

ГЕРАСЮТИН С.А. Программа "Спейс Шаттл": хроника полетов 5

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

АНАНИЧЕВА М.Д. Исследования окружающей среды в Арктике 5

МИКИША А.М., НОВИКОВА Е.С. Проблемы околоземной астрономии 3

САМУСЬ Н.Н. Конференция, посвященная Б.В. Кукаркину 3

ЦИЦИН Ф.А. Джордано Бруно и современность 5

ЧЕПКУНАС Л.С. Встреча экологов и геофизиков 3

ЭКСПЕДИЦИИ

АВСЮК Ю.Н., МАРКИН В.А. На Полюсе холода Земли 4

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

ГОРОДНИЦКИЙ А.М. За мифом об Атлантиде – реальность 1

КАЗНЕВ В.Ю. Болиды и экстремальные явления природы 3

ЛЕФЕВР В.А., ЕФРЕМОВ Ю.Н. Космический разум и черные дыры: от гипотезы к научной фантастике 5

МИКИША А.М., СМИРНОВ М.А. Выход в космос необходим для устойчивого развития цивилизации 5

СИДОРОВ М.А. Спасительный круговорот энергии 5

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

ДАГКЕСАМАНСКИЙ Р.Д. Пушкинская радиоастрономическая обсерватория 3

ЗАЙЦЕВ Ю.И. Институту космических исследований РАН – 35 лет 5

ЮРЕВИЧ В.А. Звенигородская обсерватория 1

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ГАВРИЛОВ М.Г. Третья Международная астрономическая олимпиада 2

ГАВРИЛОВ М.Г. VI Российская олимпиада школьников по астрономии и космической физике 3

ЛЕВИТАН Е.П. Как спасти школьную астрономию 1

ЛЕВИТАН Е.П. В помощь изучающим и преподающим астрономию 4

ЛЕВИТАН Е.П., ФИЛИППОВА Л.Н. К обучению астрономии через педагогику SETI 6

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

ЗАВЕНЯГИН Ю.А. Рациональная схема любительского телескопа 3

ЗАХАРОВ А.Я. Новый вариант вилочной экваториальной установки 3

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

КУКУШКИН В.А. Кратер "калёных" стрел 1

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:
март–апрель 2000 г. 1
май–июнь 2
июль–август 3
сентябрь–октябрь 4
ноябрь–декабрь 5
январь–февраль 2001 г. 6

ТЕРЕЩЕНКО И.А. Мои наблюдения Солнца 2

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

ПОГОСЯНЦ А.Ю. Космос на рисунках юных художников 3

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С. Июль–ноябрь 1999 г. 2

СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С. 2000 г.: спокойное начало 5

ПОГОДА ЗЕМЛИ

БЕЛИНСКИЙ О.Н., БУРЦЕВА Т.Н. Сюрпризы погоды в 1999 г. 4

ИВАНИДЗЕ Т.Г. Рождественский ураган над Западной Европой 3

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

ДОБРОЛЮБОВ С.А. Все моря и планеты 2

МЕЩЕРЯКОВ И.В. Организации ракетно-космической отрасли России 3

НИКОЛАЕВ А.В. О недрах Земли как о космосе… 5

ЮРЕВИЧ В.А. Космическая угроза 2

ЮРЕВИЧ В.А. Вселенная для детей 6

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

ГЕРАСЮТИН С.А. Космонавтика в датах и цифрах (1965–1999 гг.) 1

ГЕРАСЮТИН С.А. Таблица запусков космических аппаратов в 1998 году 3

ГЕРАСЮТИН С.А. Таблица запусков космических аппаратов в 1999 году 6

ЛЕВИТАН Е.П. Живем ли мы уже в XXI веке? 2

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Астрономия

Апрельские чтения в Планетарии Санкт-Петербурга 4

Астероид – чемпион по вращению 6

Беглые астероиды 2

Белые карлики в шаровых скоплениях 3

Британцы ставят телескоп на Паранале 4

Бродячие планеты 5

Взгляд на эпоху формирования галактик 3

Взгляд в далекий космос 5

Внесолнечная планета на орбите, похожей на земную 1

Вода на Луне, где она? 4

Воссоздание первой секунды 5

Время назад? 5

Газовые оболочки в галактике Кентавр А 4

Евгения со спутником 4

Каким был океан на Марсе 6

Кольца вокруг звезд 4

Лавовый поток на Ио 5

Марс – история магнитного поля 4

Межзвездная пыль в Солнечной системе 3

Метеорит Куня-Ургенч 1

Наблюдения ранней Вселенной 2

Натриевый хвост Луны 2

Новая геодинамическая концепция профессора Ю.В. Баркина 5

Оптические выбросы в радиогалактиках 2

Премия им. А.П. Виноградова 1999 г. 2

Путешествия через "кротовые норы" 6

Реорганизация китайской астрономии 6

Сколько малых тел в Солнечной системе 3

Солнце в августе–сентябре 1999 г. 1

Солнце в октябре–ноябре 1999 г. 2

Солнце в декабре 1999 г. – январе 2000 г. 3

Солнце в феврале–марте 2000 г. 4

Солнце летом 2000 года 6

Спиральный узор в карликовой галактике 5

Статистика астрономических объектов в 1998 г. 1

Типографиянаука 6

Уран и Нептун – откуда они? 4

Форс – инструменты-близнецы 2

"Хаббловское наследие" 2

Что внутри Ио 6

Шкала астероидной опасности 2

ГЕОФИЗИКА

Арктический океан освобождается от льдов? 5
Везувий еще напомнит о себе 3
Великие озера теряют воду 2
Вода в метеорите 3
Всемирная океанографическая сеть 3
Газогидраты Мирового океана – причины потепления? 3
Западно-антарктическое оледенение отступает 5
Из подводного вулкана родился "остров-призрак" 2
Карта Антарктиды на основе радарной съемки 1
Короткие колебания климата 6
Наблюдения с дрейфующего ледокола 2
Минералы на поверхности Европы 3
Океан разъединит Африку 1
Причины иссушения Африки 2
Самый теплый век тысячелетия 1
Сейсмическая томография 5
Селевый поток затопил город 6
Следы гигантского цунами 2
Снова гремит Кракатау 2
Тайваньская катастрофа 1
Уточнена модель океанической циркуляции 1

КОСМОНАВТИКА

Космическая программа "Протей" 3
Новые ракетные двигатели 5
Причины аварий марсианских АМС 6
Создание крупнейшей космической компании "Astrium" 3
Создание европейского отряда космонавтов 6
Спутник исследует ледники Антарктиды 3
Шестой график сборки МКС 6
Юбилей Центра подготовки космонавтов 6

НОВЫЕ КНИГИ 1,2,5,6

Указатель статей, опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 2000 г. 6

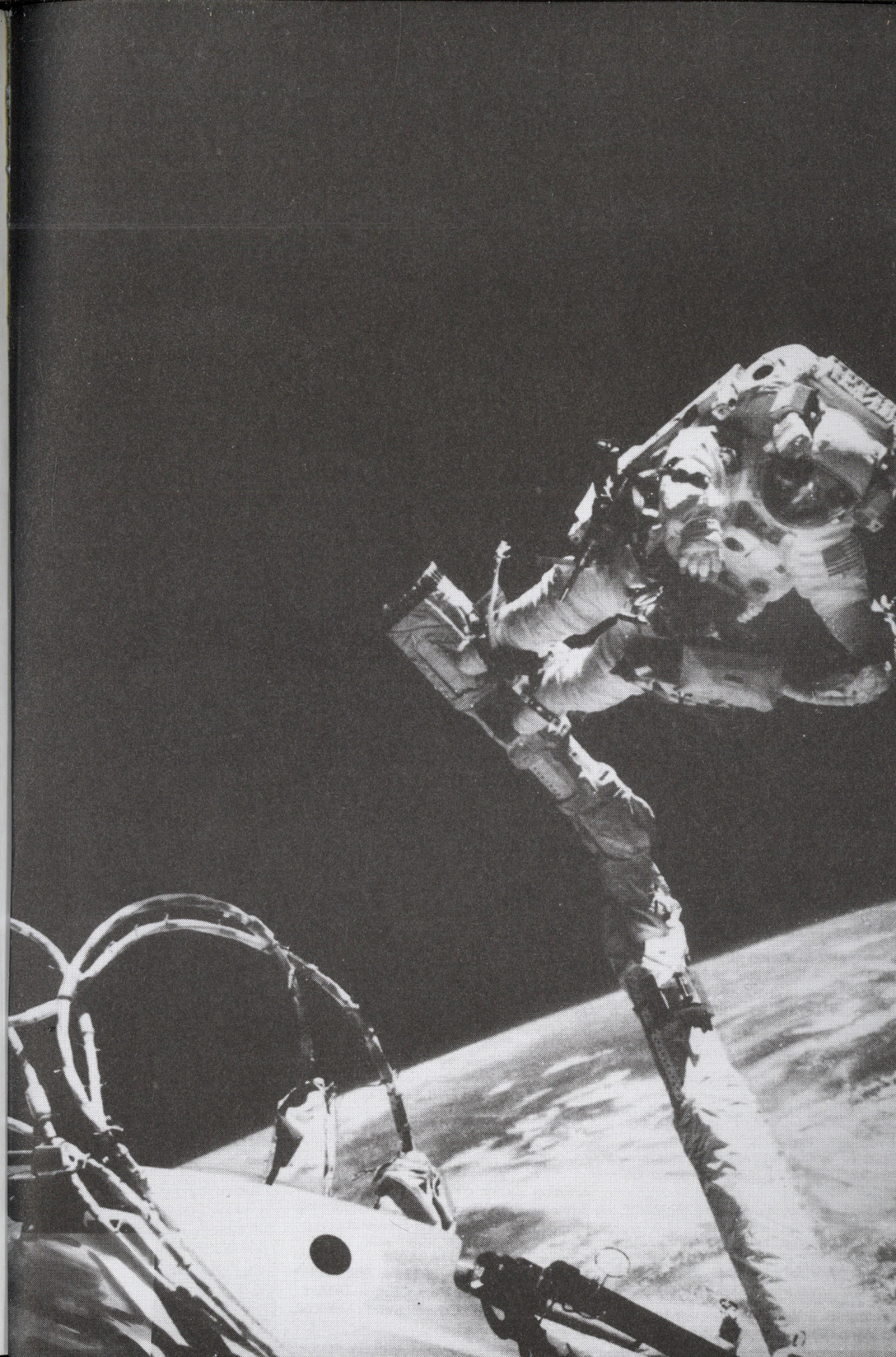
Заведующая редакцией Г.В. Матросова. **Зав. отделом наук о Земле** В.А. Маркин
Зав. отделом астрономии В.А. Юревич. **Зав. отделом космонавтики** С.А. Герасютин

Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.
Литературный редактор О.Н. Фролова.
Мл. редактор Л.В. Рябцева.
Корректоры: В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова.
Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев.
Обложку оформила М.С. Вьюшина.

Сдано в набор 07.09.2000 Подписано в печать 16.10.2000. Формат бумаги 70 × 100 1/16
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12,0 Усл.печ.л. 9,1 Усл. кр.-отт. 8,9 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 958 экз. Заказ № 4001

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН
Академиздатцентр "Наука"

Адрес издателя: 117864 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 117810 Москва, Мароновский пер., 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в ППП "Типография "Наука"
121099 Москва, Шубинский пер., 6



"Наука"
Индекс 70336